

**IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO DE COMUNICACIÓN GSM PARA SISTEMA  
DE VOTACIÓN VIRTUAL EN EL COLEGIO DISTRITAL INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DE NAZARETH DE CHINAVITA BOYACÁ**

**YULI DANIXA BONILLA VARGAS**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ, D. C.  
6 DE NOVIEMBRE DE 2017**

**IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO DE COMUNICACIÓN GSM PARA SISTEMA  
DE VOTACIÓN VIRTUAL EN EL COLEGIO DISTRITAL INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DE NAZARETH DE CHINAVITA BOYACÁ**

**YULI DANIXA BONILLA VARGAS  
CÓDIGO: 702032**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES**

**DIRECTOR  
NOMBRE: German Andrés Álvarez Botero, D.Sc.**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ, D. C.  
6 DE NOVIEMBRE DE 2017**



## Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

**Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Compartir bajo la Misma Licencia** — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

***PAGINA DEDICATORIA***

*Este proyecto se lo dedico a mi familia y a mi pareja por el apoyo que me han brindado, por darme la oportunidad de estudiar y desarrollarme como persona con su respaldo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia, mi padre, mi madre, mis hermanas, mi pareja y a mi director de proyecto, ya que ellos me han apoyado en el desarrollo de este trabajo de grado y me han brindado el soporte emocional necesario para realizarlo.

Agradezco también a Juan Chaves, al profesor Roger Guzmán y al profesor Juan Coronel que me han brindado su ayuda para lograr el desarrollo de mi proyecto, además quiero agradecer a diferentes profesores del programa que en algún momento me dieron sus consejos y palabras de apoyo. Muchas gracias a todos.

## Contenido

LISTA DE TABLAS .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE ANEXOS .....	11
GLOSARIO .....	12
FICHA TÉCNICA .....	14
TÍTULO .....	14
ALTERNATIVA .....	14
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y EJE TEMÁTICO .....	14
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:.....	14
EJE TEMÁTICO:.....	14
1. GENERALIDADES.....	15
1.1. INTRODUCCIÓN .....	15
1.2. ANTECEDENTES .....	16
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	24
1.4. OBJETIVOS.....	26
1.4.1. Objetivo general.....	26
1.4.2. objetivos específicos.....	26
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	26
1.6. DELIMITACIÓN.....	27
1.5.1 Alcances.....	27
1.5.2 Limitaciones.....	27
1.7. MARCO REFERENCIAL.....	28
1.7.1. Marco teórico.....	28
1.8. MARCO CONCEPTUAL .....	34
1.9. METODOLOGÍA .....	42
1.10. DISEÑO METODOLÓGICO .....	42
1.11. IMPACTO Y RESULTADOS ESPERADOS.....	44
2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES .....	45
2.1. SOFTWARE.....	45
2.2. HARDWARE .....	48
3. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO .....	51
4. IMPLEMENTACIÓN .....	62
5. PROCEDIMIENTOS REALIZADOS .....	68
6. PRUEBAS DEL PROTOTIPO .....	73
7. DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO .....	78
8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	84
GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS.....	85

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diferencia de sistemas biométricos.....	21
Tabla 2. Tarjeta M95 L80 Arduino.....	50
Tabla 3. Tabla comparativa de Lectores de Huella.....	72
Tabla 4. Planes del servicio de bases de datos en Azure.....	78
Tabla 5 Costo final de la implementación .....	79



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de sistema de seguridad.....	17
Figura 2. Página web de consulta de activos.....	18
Figura 3. Diagrama de implementación de la red. ....	19
Figura 4. Diseño de la red VPN. ....	20
Figura 5. Interfaz programa de reconocimiento biométrico. ....	22
Figura 6. Cobertura 2G de la empresa operadora de servicio celular Claro, para el municipio de Chinavita en el departamento de Boyacá. ....	23
Figura 7. Cobertura GSM de la empresa operadora de servicio celular Movistar, para el municipio de Chinavita en el departamento de Boyacá. ....	23
Figura 8. Mapa geográfico de las veredas Cupavita y Fuza en el municipio de Chinavita en departamento de Boyacá. ....	25
Figura 9. Mapa veredas Zanja arriba y Zanja abajo en Chinavita-Boyacá.....	25
Figura 10. Topología anillo. ....	28
Figura 11. Esquema de la una Red Privada Virtual (VPN). ....	29
Figura 12. Topología de una red telefónica. ....	30
Figura 13. Arquitectura de la red GSM. ....	31
Figura 14. Trama GSM. ....	33
Figura 15. Esquema del diseño de una base de datos. ....	36
Figura 16. Grafica de detalla de un ejemplo de Entidades. ....	37
Figura 17. Grafica que detalla un ejemplo de Relaciones de dos (2) entidades: Personas y Trabajos. ....	38
Figura 18. Representación gráfica lógica de las Entidades. Se detalla la Relación Trabajar de dos (2) Entidades: Personas y Trabajos.....	38
Figura 19. Grafica que detalla ejemplos de Relaciones Binarias, Relaciones Terciarias, Relaciones Dobles y Relación reflexiva. ....	39
Figura 20. Grafica de las distintas cotas según los distintos tipos de Cardinalidad. ....	39
Figura 21. Grafica lógica de un ejemplo de Cardinalidad. ....	40
Figura 22. Grafica lógica de un ejemplo de Rol. ....	40
Figura 23. Grafica lógica de un ejemplo de Atributos. ....	41
Figura 24. Diagrama de la metodología del proyecto. ....	42
Figura 25. Interfaz gráfica de NeatBeasIDE. ....	45
Figura 26. Interfaz gráfica de la web PhpMyAdmin.....	46
Figura 27. Interfaz gráfica del software XAMPP. ....	47
Figura 28. Interfaz gráfica de la página principal de servicios de Azure. ....	47
Figura 29. Lector de huellas DigitalPersona U.areU 4500. ....	48
Figura 30. Conversor USB-TTL. ....	48
Figura 31. Fuente protoboard power MB V2 AMS1117. ....	49
Figura 32. Tarjeta M95 L80 Arduino. ....	49
Figura 33. Diagrama de flujo de la obtención de elementos en la base de datos. ....	51
Figura 34. Diagrama de flujo de la eliminación de elementos en la base de datos. ....	52

Figura 35. Diagrama de flujo de la actualización de elementos en la base de datos.	53
Figura 36. Diagrama de flujo de la búsqueda de elementos en la base de datos.	54
Figura 37. Diagrama de flujo de la captura de huellas.	55
Figura 38. Diagrama de flujo de la captura de huellas.	56
Figura 39. Interfaz del “Frame” configuración de cursos.	57
Figura 40. Interfaz de la ventana de selección de archivos.	58
Figura 41. Interfaz de la ventana ingresar estudiantes.	58
Figura 42. Interfaz de la ventana ingresar maestros.	59
Figura 43. Interfaz de la ventana configurar candidatos.	60
Figura 44. Interfaz de la ventana iniciar votación.	60
Figura 45. Interfaz de la ventana obtener resultados.	61
Figura 46. Ventana de instalación del SDK de DigitalPersona.	62
Figura 47. Ventana principal del programa XAMPP.	63
Figura 48. Ventana de diseño de base de datos en el programa Workbench.	64
Figura 49. Ventana de extracción de archivo SQL en Workbench.	64
Figura 50. Ventana en la cual se importa el archivo SQL en PhpMyAdmin.	65
Figura 51. Ventana de visualización de la base de datos importada.	65
Figura 52. Ventana de visualización de la base de datos importada.	66
Figura 53. Ventana del testeo de la conexión.	66
Figura 54. Diagrama topología.	68
Figura 55. Diagrama general.	69
Figura 56. Diagrama de casos de uso.	70
Figura 57. Diagrama de la base de datos implementada.	71
Figura 58. Ventana configurar cursos.	73
Figura 59. Ventana ingresar estudiantes.	74
Figura 60. Ventana captura de huella.	75
Figura 61. Ventana configuración de candidatos.	75
Figura 62. Ventana ingreso de huella votación.	76
Figura 63. Ventana tarjetón representantes de curso.	76
Figura 64. Ventana tarjetón personero.	77
Figura 65. Ventana resultados de las votaciones.	77
Figura 66. Costo de suscripción en Azure.	79

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A Carta presentada por la institución. ....	84
---	----

## GLOSARIO

**BIOMETRÍA:** Es un sistema de identificación basada en el reconocimiento de alguna característica física de las personas.

**COMANDOS AT:** Son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre un usuario y un terminal modem.

**CRUD:** Se refiere a las operaciones, insertar, actualizar y eliminar, esto se realiza agregando, cambiando o quitando objetos de la base de datos.

**DTU:** Unidades de transacción de la base de datos, entre más alto el valor, más eficiente es la transmisión de la base de datos.

**HARDWARE:** Son los componentes de la estructura física de un equipo electrónico.

**INTERFAZ:** Conjunto de elementos de la pantalla que permiten al usuario realizar acciones sobre el software.

**CLASE:** En programación orientada a objetos, clase es una plantilla con la cual se crean objetos donde define las características y el comportamiento.

**JFRAME:** Es una clase de la librería Swing de JAVA la cual permite crear ventanas en las cuales se pueden almacenar diferentes elementos gráficos para realizar la interfaz.

**NODO:** Es un punto de intersección o conexión entre los dispositivos que integran una red.

**PPP:** Point-to-Point Protocol, es un protocolo que proporciona un método estándar para transportar datos con diversos protocolos por medio de un enlace punto a punto.

**SOFTWARE:** Es un programa informático con el cual se pueden realizar tareas específicas en el computador.

**TOPOLOGÍA DE RED:** Es un arreglo físico o lógico en el cual los dispositivos o nodos de una red están conectados entre sí.

**WAN:** Wide Area Network, se utiliza para nombrar una red que se expande por un territorio como una ciudad o un país.

## RESUMEN

Código	Nombre	Doc. Identidad	Teléfono	E-Mail
702032	Yuli Danixa Bonilla Vargas	1018487908	3123959991	Ydbonilla32@ucatolica.edu.co

En el presente proyecto de grado se presenta una propuesta de desarrollo a una petición realizada por la comunidad de la Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth donde se propone la creación de un sistema de votación virtual con reconocimiento biométrico, de esta manera se espera mejorar la calidad y seguridad de las votaciones realizadas. Debido a que la institución tiene 6 sedes ubicadas dentro y fuera del sector urbano, fue necesario crear un servidor de bases de datos con acceso remoto, por el cual cada una de las sedes tiene acceso a toda la información de las votaciones, el acceso al servidor se realiza por medio de internet, sin embargo, no todas las sedes cuentan con este servicio, por lo cual se implementa un módulo GSM para lograr la comunicación.

### **Palabras clave:**

Telecomunicación, Votación, Base de datos, Biometría.

## **FICHA TÉCNICA**

### **TÍTULO**

Implementación de módulo de comunicación GSM para sistema de votación virtual en el colegio distrital Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth de Chinavita Boyacá

### **ALTERNATIVA**

Proyecto social.

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y EJE TEMÁTICO**

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

software inteligente y convergencia tecnológica

#### **EJE TEMÁTICO:**

Convergencia tecnológica

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Las votaciones realizadas actualmente requieren una pertinente y apropiada preparación, por eso la Registraduría Nacional de Colombia, en su página institucional, describe que el primer paso para las votaciones es realizar un censo, con el cual se determina el número de votos esperados y los datos de cada votante. Se continúa con la adecuación del sitio de votación, el cual debe garantizar la estadía de los votantes y los testigos. Y, por último, se realiza el diseño e impresión de la tarjeta electoral con la cual los ciudadanos realizarán la votación<sup>1</sup>.

Debido a la preparación expuesta anteriormente se requiere, organización de personal, preparación de materiales y disposición de módulos de votación. Recientemente, se han implementado las votaciones virtuales con el fin de facilitar el proceso, en países como Venezuela, Costa Rica, Canadá, entre otros.

Algunos sistemas existentes cuentan con reconocimiento biométrico para evitar que se generen fraudes con los números de identificación. Otros, usan aplicaciones en tabletas para registrar la asistencia y evitar el uso papel; y es común el uso de computadoras para obtener las estadísticas de cada uno de los módulos de votación. La integración de estos sistemas en las votaciones reduce recursos y esfuerzos al realizar las elecciones, además los resultados se obtienen rápidamente.

El trabajo de grado que se expondrá a continuación es de carácter de impacto social, el cual pretende promover la participación democrática de los estudiantes del colegio distrital Institución Educativa Técnica Nuestra Señora de Nazareth, ubicado en la población de Chinavita, Boyacá. De igual manera el proyecto aspira ser un aporte para generar el interés por la investigación y la implementación de la tecnología en estos procesos relacionados con la responsabilidad social y apoyo a comunidades vulnerables.

En las votaciones que se realizan en la Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth, los procesos de conteo son lentos y frágiles, donde se posibilita la

---

<sup>1</sup> Registraduría Nacional Del Estado Civil, Así se organizan unas elecciones [en línea],2014, Disponible en web <<http://www.registraduria.gov.co/Asi-se-organizan-unas-elecciones.html>>

suplantación de la identidad de un votante o marcar más de un tarjetón<sup>2</sup>. Adicionalmente es común encontrar votos nulos.

Existe software libre para realizar votaciones virtuales, sin embargo, estos solo funcionan en un ámbito local. Esta opción no puede ser implementada en la institución ya que cuenta con varias sedes remotas y se generaría un ambiente de exclusión institucional.

En este proyecto de grado se diseñó una plataforma de votación virtual centralizada, realizando la conexión de las sedes por medio de internet, utilizando una comunicación vía internet a un servidor de bases de datos el cual permitirá el acceso a la información. Sin embargo, algunas sedes no cuentan con el servicio de internet, y en este caso se utilizará la red telefónica celular para realizar la comunicación utilizando datos móviles. Este proyecto está diseñado para el colegio distrital Institución Educativa Nuestra Señora De Nazareth que cuenta con seis (6) sedes: cuatro (4) rurales, una (1) sede primaria y una sede (1) central, ubicadas en el municipio de Chinavita, en el departamento de Boyacá.

En la primera parte de este trabajo de grado se encontrarán, los antecedentes nacionales e internacionales. Después se justifica la selección del colegio y se plantea el problema. Posteriormente, se desarrolla el marco de referencia, los objetivos, la metodología de trabajo, el análisis de costos de la implementación y los resultados obtenidos.

## **1.2. ANTECEDENTES**

Los inicios de las votaciones en Colombia se remontan de la época de 1810 conocida como la Patria Boba un periodo que comprendió las declaraciones de independencia, en donde cada aldea tenía su Junta independiente y soberana. Actualmente las votaciones se realizan con un tarjetón donde se exponen los candidatos para la elección, y por medio de la firma y el número de documento de identidad del ciudadano se identifica al mismo, de modo que se le permite realizar la votación. El procedimiento de conteo de votos se realiza manualmente<sup>3</sup>.

En el 2004, en la Universidad Católica de Colombia se presentó un proyecto de grado llamado “Sistema de seguridad con tarjetas inteligentes y biometría” Es una

---

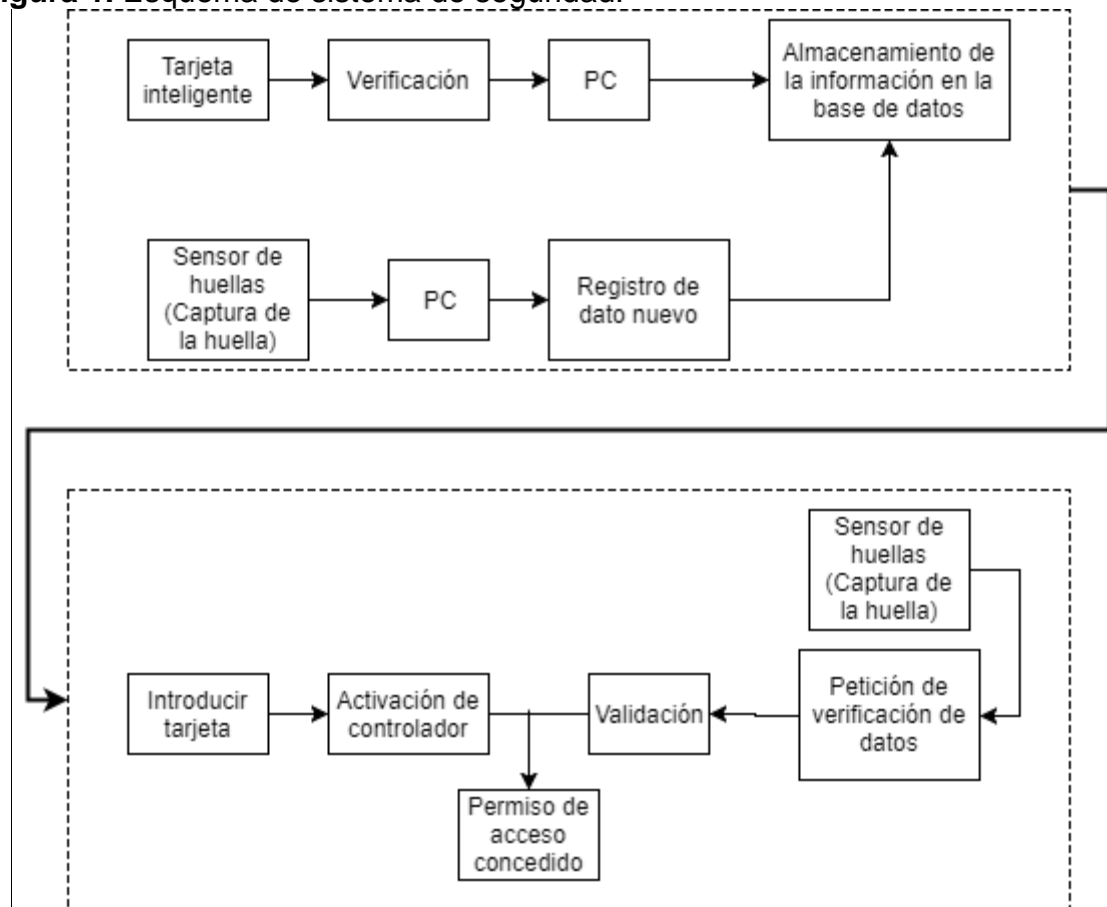
<sup>2</sup> Ibid., p.1.

<sup>3</sup> Colombia, Patria Boba (1810-1815) [en línea], Disponible en web  
<<http://www.colombia.com/colombia-info/historia-de-colombia/independencia-y-republica/1810-1815/>>



investigación que desarrolla un software que permite leer las huellas digitales y también crean las tarjetas inteligentes. El sistema de seguridad diseñado tiene doble verificación de identidad. El primero se realiza por medio de tarjeta electrónica que guarda datos como el nombre, apellido, número de identificación. Luego se hace un segundo reconocimiento con la huella digital, que habrá sido tomada anteriormente y se compara con la que ingresa el usuario. La huella está asociada con un pin que también tendrá la tarjeta y así se verificará la identidad. Las lecturas de las huellas son obtenidas con un sensor Digital Persona, para su posterior tratamiento de imágenes que realizado con el software MATLAB ®<sup>4</sup>. En la Figura 1 se presenta el esquema de este sistema de seguridad.

**Figura 1.** Esquema de sistema de seguridad.



**Fuente:** MORENO, PEDRAZA, Yeimy, Jorge y GUTIERRES, Johanna. Sistema de seguridad con tarjetas inteligentes y biometría. Tesis Universidad Católica de Colombia, 2004.

<sup>4</sup> MORENO, PEDRAZA, Yeimy, Jorge y GUTIERRES, Johanna. Sistema de seguridad con tarjetas inteligentes y biometría. Tesis Universidad Católica de Colombia, 2004.

En el 2011, En la Universidad Católica de Colombia se presentó un proyecto de grado llamado “Desarrollo web para un proceso de abastecimiento de equipos”. Este proyecto es una página web en la cual los usuarios de una compañía que brinda soluciones de telemática llamada (Level 3) y (Global Crossing), pueden buscar el estado de sus solicitudes desde cualquier sitio, obteniendo datos como las fechas de solicitud, fechas de entrega de los productos, estado de envío. Para este desarrollo utilizaron el software XAMPP para la implementación del servidor de bases de datos y servidor web<sup>5</sup>. En la Figura 2, se presenta la interfaz de la página web desarrollada para el proyecto descrito.

**Figura 2.** Página web de consulta de activos.

**Level(3)** COMMUNICATIONS **Página Web de Consulta de Activos**  
 Consulte sus activos por Dokuorder

Dokuorder:

Responsable	Razón Social	Ciudad_Servicio	Ubicación_Servicio	Dokuorder	Tecnología	Parte_Número	Descripción

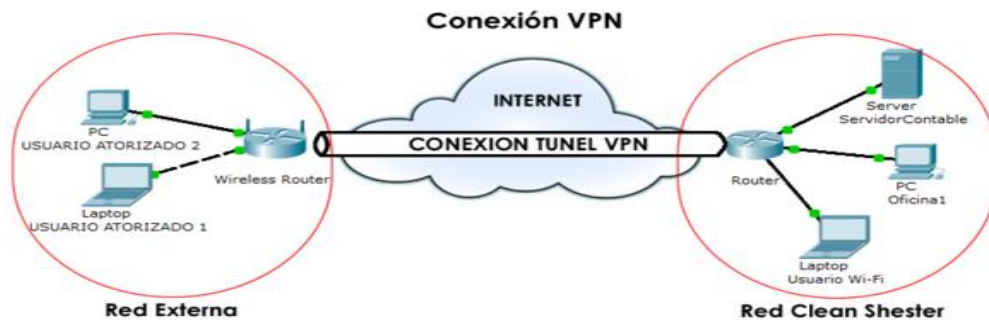
**Fuente:** CONTRERAS, Ever. Desarrollo web para un proceso de abastecimiento de equipos, Tesis Universidad Católica de Colombia, 2011.

En el 2012, en la Universidad Católica de Colombia se presentó un proyecto de grado llamado “Desarrollo de red VPN y WI-FI para facilitar el acceso a la información”. El principio del proyecto en mención es realizar una conexión VPN para que diferentes trabajadores de la empresa puedan obtener información administrativa de una forma segura, sin estar expuesto a hurtos o manejos inadecuados de los datos. También utilizan la red VPN para manipular el software contable de la empresa, con el fin de optimizar los tiempos de gestión administrativa y operación. Esperan lograr con esto ahorro de costos y mejoramiento de indicadores de gestión<sup>6</sup>. Este proyecto fue implementado para la compañía Clean Shester ® de Colombia. En la Figura 3 se detalla un diagrama general que se planteó para la implementación de la red ya descrita.

<sup>5</sup> CONTRERAS, Ever. Desarrollo web para un proceso de abastecimiento de equipos, Tesis Universidad Católica de Colombia, 2011.

<sup>6</sup> ANGARITA Carlos, Desarrollo de red VPN y WIFI para facilitar el acceso a la información, Tesis Universidad Católica de Colombia, 2012.

**Figura 3.** Diagrama de implementación de la red.



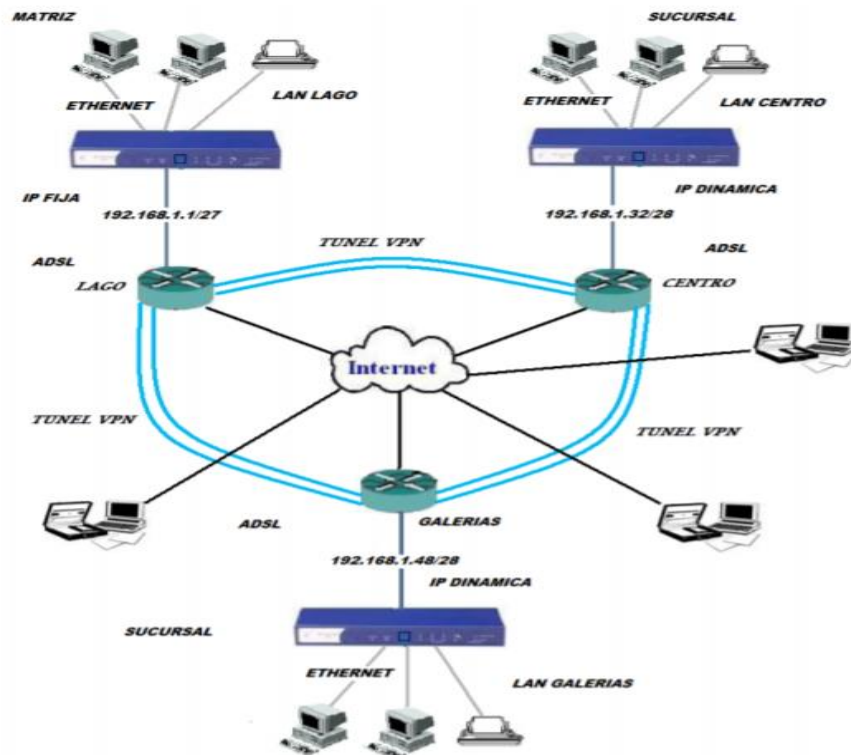
Fuente: ANGARITA Carlos, Desarrollo de red VPN y WIFI para facilitar el acceso a la información, Tesis Universidad Católica de Colombia, 2012.

En el 2011 se realizó un proyecto de grado en la Universidad Libre de Colombia denominado “Implementación de la red privada virtual (VPN) a las sucursales y usuarios externos de la empresa Hardsoft S.A”. Hardsoft S.A es una compañía dedicada a la venta de partes de computadoras nuevas o de manufacturación directa, y partes de computadoras refacturadas.

Así mismo, debido al gran número de clientes y su gran demanda, la empresa Hardsoft S.A tuvo que expandirse, lo que llevó a una división en sedes a nivel nacional. Para facilitar los trámites y procesos entre las diferentes sucursales de la empresa Hardsoft S.A, se realizó una conexión entre cada una de ellas por medio del servicio de red VPN, garantizando así la seguridad de los datos mientras se realiza el envío de información a las diferentes sucursales<sup>7</sup>. En la Figura 4 se expone el diseño de la red VPN que se implementó en la empresa Hardsoft S.A.

<sup>7</sup> PRIETO, Yudy. Implementación de la red privada virtual (VPN) a las sucursales y usuarios externos de la empresa Hardsoft s.a, Tesis Universidad Libre de Colombia, 2011.

**Figura 4.** Diseño de la red VPN.



**Fuente:** PRIETO, Yudy. Implementación de la red privada virtual (VPN) a las sucursales y usuarios externos de la empresa Hardsoft s.a, Tesis Universidad Libre de Colombia, 2011.

En el 2012, en México, en el pueblo de Culhuacán en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica se presentó una tesis denominada “Configuración de una red VPN para la microempresa soluciones integrales en computación”. Se decidió implementar una conexión VPN para comunicar las sucursales de la empresa, brindando así la seguridad necesaria al envío de archivos entre cada uno de los equipos de la empresa. La compañía ha escogido realizar este tipo de comunicación debido a que la red LAN no es lo suficientemente amplia para conectar todas las sucursales, así que decidió usar redes WAN en una conectividad VPN.

Algunas empresas han solucionado su problema de conectividad privada realizando una comunicación con líneas punto a punto, sin embargo debido a su costo de implementación, optaron realizar la conexión vía internet, por medio de una red privada virtual (VPN)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> PÉREZ, Raymundo. Configuración de una red VPN para la microempresa soluciones integrales en, Tesis Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2015.

En el 2012, en México en localidad de Zacatenco en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica se presentó una tesis llamada “Diseño de Sistema de Control de Asistencia Biométrico Dactilar Utilizando Tecnología .NET”. En esta tesis se plantea el reconocimiento biométrico para el registro de asistencia de una empresa o institución. Para la selección del sistema biométrico más efectivo se analizaron y se determinaron las diferentes características de los sistemas biométricos, definiendo sus debilidades y fortalezas<sup>9</sup>. En la Tabla 1 detalla estos aspectos concluyentes de los sistemas biométricos, donde se basaron para la adecuada selección.

**Tabla 1.** Diferencia de sistemas biométricos.

	Ojo (Iris)	Ojo (Retina)	Huella Dactilar	Geometría de la mano	Escritura y Firma	Voz	Cara
<b>Fiabilidad</b>	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
<b>Facilidad de uso</b>	Media	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
<b>Prevención de ataques</b>	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Media	Media	Media
<b>Aceptación</b>	Media	Baja	Alta	Alta	Muy Alta	Alta	Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta	Alta	Alta	Media	Baja	Media	Media

**Fuente:** RAMOZ, ZEPEDA, Julio, Víctor. Diseño de Sistema de Control de Asistencia Biométrico Dactilar Utilizando Tecnología.NET, Tesis Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, p.9, 2012.

A partir de tabla 1, el sistema biométrico que se seleccionó a implementar correspondió al sistema biométrico dactilar. En la Figura 5 se detalla la interface al usuario, desarrollada para el proyecto en mención

<sup>9</sup> RAMOZ, ZEPEDA, Julio, Víctor. Diseño de Sistema de Control de Asistencia Biométrico Dactilar Utilizando Tecnología.NET, Tesis Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2012.

**Figura 5.** Interfaz programa de reconocimiento biométrico.

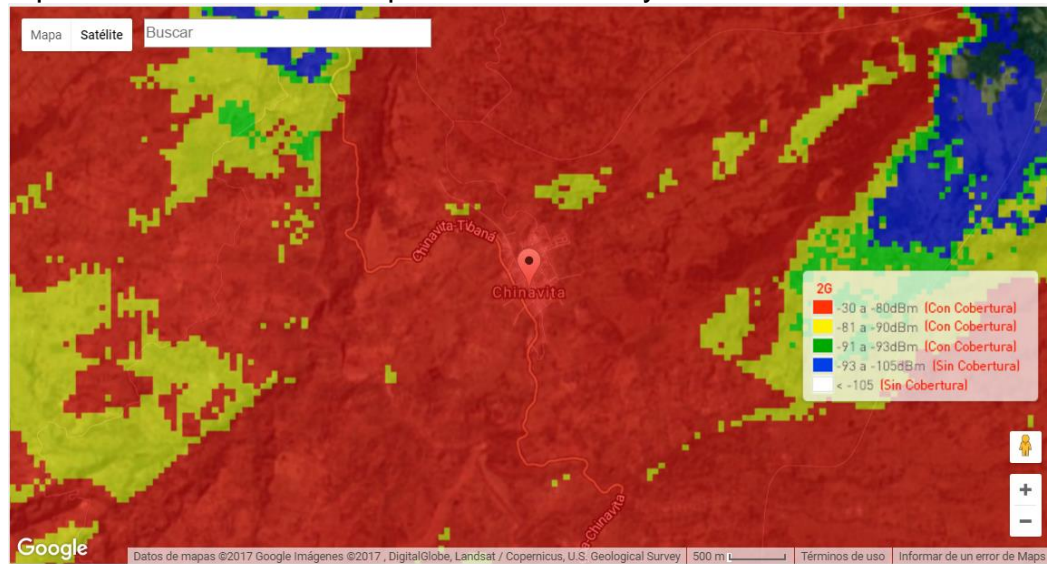


**Fuente:** RAMOZ, ZEPEDA, Julio, Víctor. Diseño de Sistema de Control de Asistencia Biométrico Dactilar Utilizando Tecnología.NET, Tesis Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, p.57, 2012.

En las Figura 6 y Figura 7 se detallan los mapas cobertura respectivamente de las redes 2G del 2016 de la empresa operadora de servicio celular Claro, y de las redes GSM del 2016 de la empresa operadora de servicio celular Movistar, para el municipio de Chinavita en el departamento Boyacá; con el propósito de definir viabilidad de conectividad con zonas remotas del municipio en mención utilizando las diferentes tecnologías de la infraestructura celular, como SMS, MMS, GSM y GPRS:

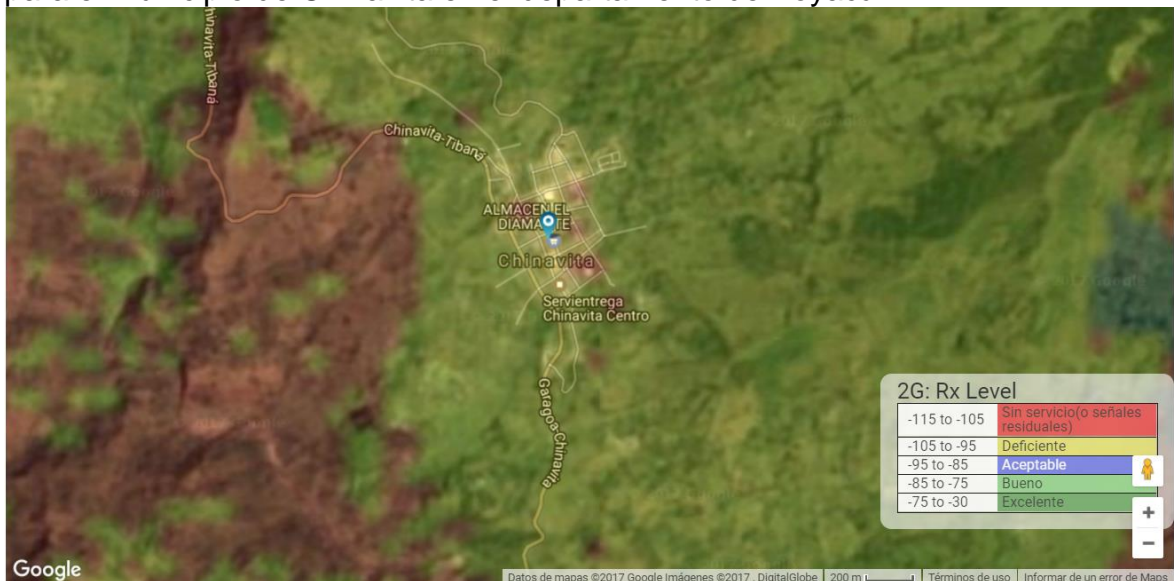


**Figura 6.** Cobertura 2G de la empresa operadora de servicio celular Claro, para el municipio de Chinavita en el departamento de Boyacá.



**Fuente:** CLARO. Cobertura soluciones móviles,2017, [en línea], Disponible en web <<http://www.claro.com.co/personas/soporte/mapas-de-cobertura/>>

**Figura 7.** Cobertura GSM de la empresa operadora de servicio celular Movistar, para el municipio de Chinavita en el departamento de Boyacá.



**Fuente:** MOVISTAR. Negocio móvil,2017, [en línea], Disponible en web <<http://www.movistar.co/atencion-cliente/cobertura-tecnologia>>

Con las figuras 6 y 7 anteriormente expuestas, se puede observar que Chinavita está ubicada en una zona montañosa que cuenta con una cobertura 2G, el cual contiene los servicios de voz y SMS.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cada año en los colegios se realizan votaciones para elegir representantes, esta votación necesita de logística y de recursos humanos para contar cada uno de los votos y vigilar que todo se haga con su debido orden.

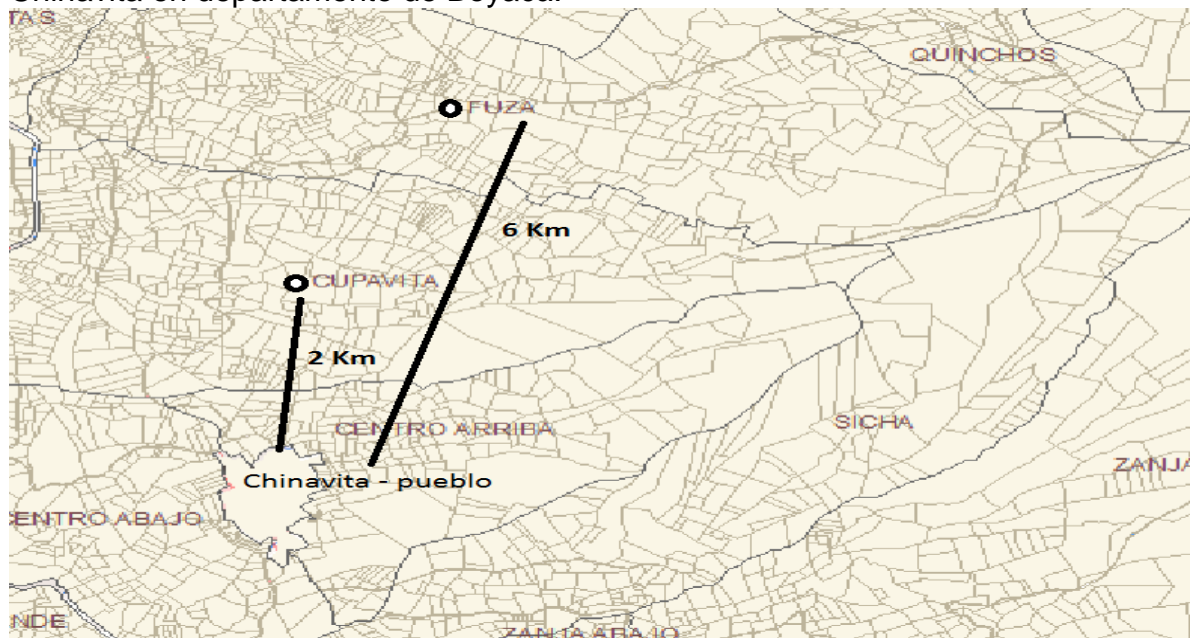
Realizar el conteo con personas puede generar errores y requiere de un largo tiempo, además en una votación es normal encontrar votos nulos por equivocaciones al marcar el tarjetón. Estos problemas se pueden reducir implementando un sistema de votación virtual, la cual cuenta con un sistema biométrico para la identificación de las huellas de cada uno de los votantes y un conteo de votos que es enviado a la plataforma desarrollada. El envío de estos datos se realiza por medio de las redes telefónicas, utilizando el servicio de internet, sin embargo, debido a que algunas sedes no tienen internet la comunicación se realizará a través de la red GSM con el fin de enviar la información por datos móviles.

La Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth cuenta con una sede central en la zona urbana del municipio de Chinavita (Boyacá), 4 sedes rurales y una sede primaria a 600mts de la sede central. En la Figura 8 y en la Figura 9 se presenta un mapa geográfico de la región, con la ubicación y distancia de cada una de las sedes rurales a la sede central.

De estas sedes remotas, sólo dos no cuentan con servicio a internet, por lo cual fue necesario realizar el envío de datos por medio de la red telefónica, como se puede observar en las figuras 6 y 7, los proveedores Claro y Movistar cuentan con la cobertura GSM en esta zona.

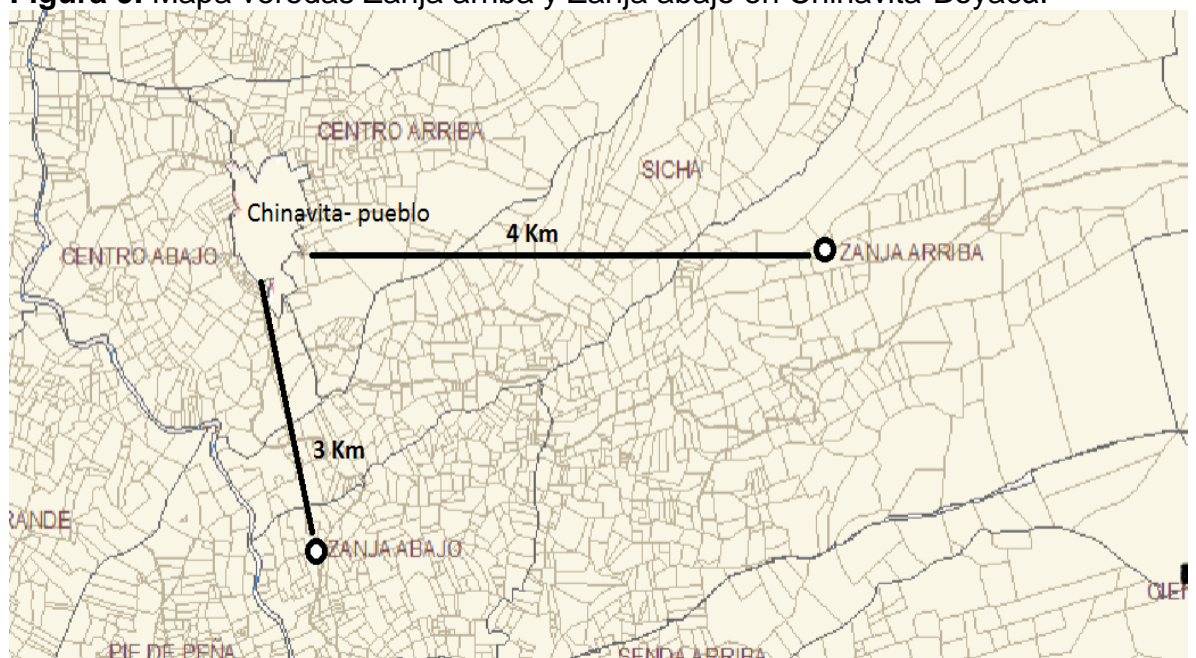


**Figura 8.** Mapa geográfico de las veredas Cupavita y Fuza en el municipio de Chinavita en departamento de Boyacá.



**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Geoportal,2017, [en línea], Disponible en web < <https://goo.gl/KkRiTo>>

**Figura 9.** Mapa veredas Zanja arriba y Zanja abajo en Chinavita-Boyacá.



**Fuente:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Geoportal,2017, [en línea], Disponible en web < <https://goo.gl/yHvHzw> >

Teniendo en cuenta lo anterior, se implementó este sistema en la Institución Educativa Nuestra Señora De Nazareth y se da respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo implementar un sistema de votación virtual en el colegio distrital Institución Educativa Nuestra Señora De Nazareth que sea práctico a la hora de realizar las votaciones?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Implementar una red de comunicación utilizando un módulo GSM para la operación del sistema de votación virtual con reconocimiento biométrico en el colegio distrital Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth, ubicado en municipio de Chinavita en el departamento de Boyacá.

### **1.4.2. objetivos específicos.**

- Implementar la plataforma virtual del sistema de información para la gestión de las votaciones en la institución educativa.
- Implementar el módulo de reconocimiento biométrico para la verificación de la identidad de los votantes en el sistema de información.
- Configurar módulo GSM para el sistema de comunicación en las sedes.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

El proceso de votación electoral que se desarrolla en la Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth, ubicada en municipio de Chinavita, departamento de Boyacá, requiere preparar una serie de procedimientos con su debida antelación, definidos en el préstamo de los módulos de votación y la impresión de los tarjetones. Adicionalmente al terminar las votaciones se debe invertir tiempo en el conteo de votos. Estos procedimientos descritos exponen al proceso electoral a ser susceptible a errores o plagios.

El siguiente trabajo de grado desarrolla una plataforma que permite y facilita la realización de las votaciones, evitando que el colegio invierta tiempo en los procedimientos operativos como la impresión de los tarjetones, así como la papelería asociada al mismo. Adicionalmente, la plataforma realiza el procedimiento

de conteo de votos en forma automática, permitiendo que el colegio obtenga los resultados rápidamente. En el proceso general de votación se hace necesario un medio de identificación para prevenir fraudes. Para este fin se implementa un sistema biométrico de reconocimiento de huellas dactilares.

Todos los procesos administrativos se realizan en la sede central, sin embargo, debido a la distancia entre las sedes, es necesario realizar las votaciones estudiantiles independientemente. Además, no existe comunicación directa para compartir los resultados de las votaciones de manera inmediata.

Este trabajo de grado tiene como propósito intercomunicar cada una de las sedes remotas a la sede central, para obtener todas las estadísticas de las votaciones en general. La mayor parte de las sedes de la institución cuenta con una conectividad a internet, en las sedes que por el contrario no cuentan con servicio a internet, se utiliza una comunicación por medio de la red telefónica usando datos móviles.

La implementación de este trabajo de grado es una inversión, ya que se espera que el costo sea retribuido por medio de proyectos elaborados a partir de este, utilizando los recursos implementados en diferentes aplicaciones elaboradas por los estudiantes.

## **1.6. DELIMITACIÓN**

### **1.5.1 Alcances.**

Implementar un sistema de votación virtual y reconocimiento biométrico funcional, que mantenga la interconexión de las cinco (5) sedes rurales y la sede primaria de la Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth a la sede central, posibilitando así el envío remoto de los resultados de las votaciones realizadas

En las sedes remotas que no cuentan con internet, la comunicación se realizará por medio de la red telefónica usando datos móviles.

### **1.5.2 Limitaciones.**

Entre las limitaciones se definen el costo de la implementación del sistema biométrico, la recolección de la información necesaria para la base de datos, la estabilidad de la conexión debido a la lejanía de las sedes rurales remotas a la sede central y la geografía montañosa de la zona.

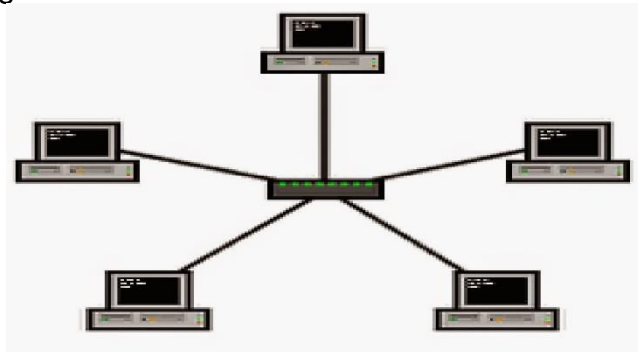
Debido al alto costo de la implementación del sistema biométrico, se utilizará un lector de huella para cada sede, demostrando así el funcionamiento de la red y la respectiva configuración y adecuación del sistema biométrico, si la institución decide implementar más lectores de huella queda a su total libertad comprarlos.

## 1.7. MARCO REFERENCIAL

### 1.7.1. Marco teórico.

1.7.1.1. **Topología estrella:** Hace referencia a la forma en la cual están posicionados las computadoras con respecto al concentrador, switch o hub. La topología estrella es el más implementado en redes pequeñas, de hogar, oficinas en redes centralizadas y en sistemas de control<sup>10</sup>(ver figura 10).

**Figura 10.** Topología anillo.



**Fuente:** DJOGAN, Johan. Redes, Topología estrella, 2017, [en línea], Disponible en web <<http://davidtopologias.blogspot.com.co/>>

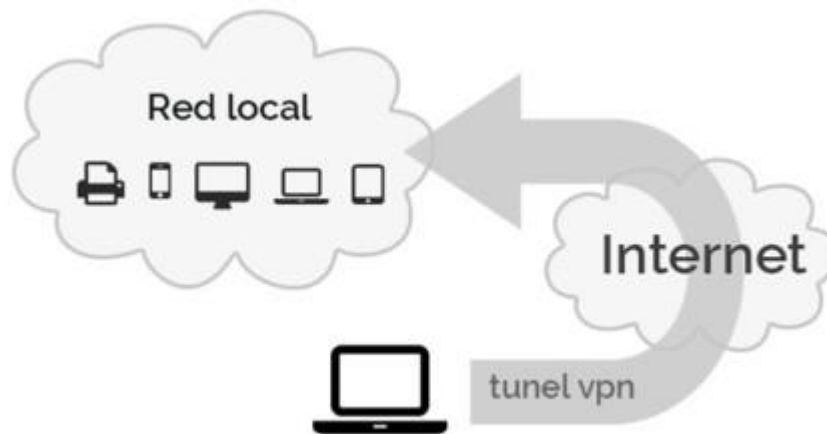
1.7.1.2. **VPN:** Virtual Private Network es una tecnología de red que permite unir dos redes a través de internet. Como su nombre lo dice VPN es una red privada, por lo tanto los datos enviados a través del VPN son cifrados para dificultar que un tercero pueda obtener información de esta red<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> USERS, redes cisco: instalación y administración de hardware y software, 2010, p. 31-51, [en línea], 2017, Disponible en web <<https://goo.gl/YLPhCJ>>

<sup>11</sup> GOUJON, André. ¿Qué es y cómo funciona una VPN para la privacidad de la Información?, [en línea], 2017, Disponible en web <<http://www.welivesecurity.com/la-es/2012/09/10/vpn-funcionamiento-privacidad-informacion/>>

1.7.1.3. **GSM (Global System for Mobile Communications):** Sistema de radiotelefonía celular digital europeo, que en un principio significaba (groupe spécial mobile), definido como un conjunto de protocolos estandarizados únicos, aplicado los sistemas de radiocomunicaciones celulares para Europa en la banda de 900MHz. En el año 1990 por requerimiento del Reino Unido, se añadió a la estandarización una versión de GSM a la banda de la frecuencia  $1800 \pm 75$  MHz. Esta variante se llamó DCS1800 (Digital Cellular System 1800). Así, el significado actual de las siglas cambió al que se conoce actualmente como Global System for Mobile Communications<sup>12</sup>(Ver figura 11).

**Figura 11.** Esquema de la una Red Privada Virtual (VPN).



**Fuente:** RAMÍREZ, Iván. Xataka, ¿Qué es una conexión VPN, para qué sirve y qué ventajas tiene?, 2017, [en línea], Disponible en web <<https://www.xataka.com/seguridad/que-es-una-conexion-vpn-para-que-sirve-y-que-ventajas-tiene>>

1.7.1.4. **Biometría:** Es una tecnología de seguridad basada en el reconocimiento de una característica biofísica intransferible de las personas. Por ejemplo, la huella dactilar, el reconocimiento de iris, huella palmar, tamaño de la mano, patrón de voz, entre otros. Los sistemas biométricos incluyen un dispositivo de captación y un software que interpreta la muestra física y la transforma en una secuencia numérica que luego podrá ser procesada<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> FIGUEROA, Mario. Introducción a los sistemas de telefonía celular, 2008, Editorial Hispano Americana HASA, [en línea], 2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/bibliocaticasp/reader.action?docID=10337342>>

<sup>13</sup> HOMINI. Plataforma Biométrica Homini, 2004, [en línea], 2017, [en línea], Disponible en web

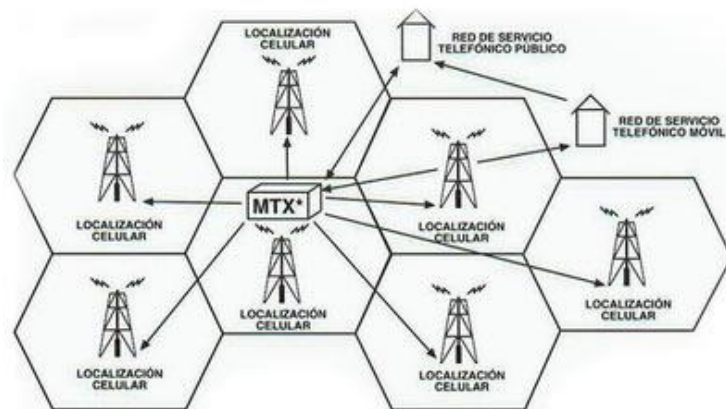
1.7.1.5. **Servidor web:** Es un equipo que se encarga de almenar diferentes archivos vía internet para ser visitado por usuarios. Cuando un usuario entra en una página de internet, está solicitando un servicio al servidor web y este servidor le dará acceso a la información que contiene<sup>14</sup>.

1.7.1.6. **SMS:** Short Messaging Service, es un servicio de mensajes cortos, que tienen una longitud de 160 caracteres. Este servicio hace uso de la red telefónica por la cual se transmite y recibe la información de texto. Si el dispositivo que recibe no está disponible el mensaje será enviado cuando está operativo<sup>15</sup>.

1.7.1.7. **Topología de red celular:** Es un área geográfica dividida en regiones, llamada celdas, para los fines de la tecnología inalámbrica que son manejadas con ondas electromagnéticas<sup>16</sup>.

Cada celda posee un transceptor, que se encarga de recibir las solicitudes para realizar una llamada o un SMS, para luego realizar la conexión con el número solicitado, en la figura 12 se puede observar la topología de una red telefónica, en donde hay una antena que hace de transceptor por cada celda y que a la vez están conectadas a una central que controla la comunicación entre ellas.

**Figura 12.** Topología de una red telefónica.



**Fuente:** ZHANG, Jack, Informatic, 2017, [en línea], Disponible en web < <http://informaticcprimerplus.blogspot.com.co/2016/03/topologia-de-red.html>>

<sup>14</sup> ZOLEZZI, Juan Manuel. ¿Qué son los servidores web y por qué son necesarios?, 2010, [en línea], 2017, Disponible en web <<https://www.duplika.com/blog/que-son-los-servidores-web-y-por-que-son-necesarios>>

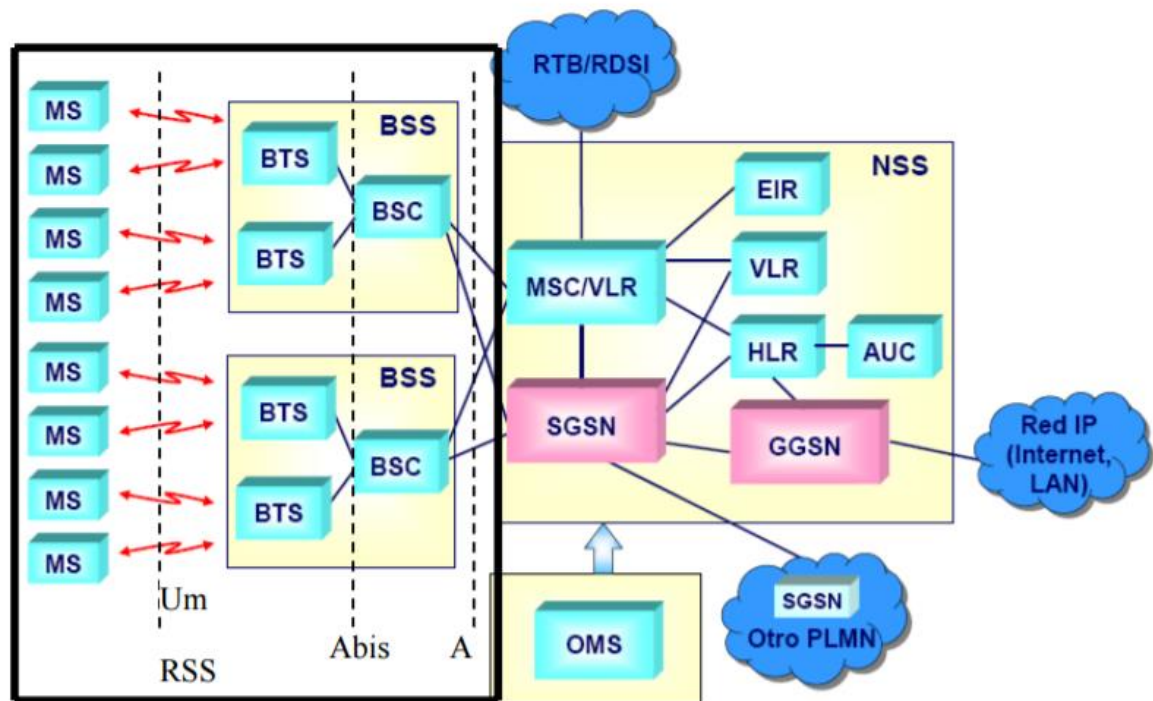
<sup>15</sup> Ordenadores y Portátiles. ¿Qué es SMS?, 2014, [en línea], 2017, Disponible en web <<http://www.ordenadores-y-portatiles.com/sms.html>>

<sup>16</sup> Topologías físicas de la red, Topología celular, [en línea], 2017, Disponible en web < <http://new-prestige.weebly.com/topologigravea-celular.html>>

Las comunicaciones de una red celular son full dúplex, esto quiere decir que el sistema puede mantener una comunicación bidireccional. Esto se logra enviando y recibiendo por medio de dos frecuencias diferentes, esto es llamado (FDD, Acrónimo en inglés / Frequency División Duplexing).

1.7.1.8. **Arquitectura de la red GSM:** En la figura 13 se puede observar la arquitectura de la red GSM<sup>17</sup>.

**Figura 13.** Arquitectura de la red GSM.



**Fuente:** Universidad de Sevilla, Sistema embebido para la conexión de un PLC Simens S7-200 a la red GSM, Tesis, P 71,2017, [en línea], Disponible en web <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/direccion/PFC%252F>>

A continuación, se detallan los bloques de la figura 13.

- **Subsistema Radio (RSS, Radio Subsystem).** Cubre la comunicación entre las estaciones móviles (MS) y las estaciones base (BTS). La interfaz radio entre ellas se denomina Um.
- **El subsistema de estaciones base (BSS),** incluido dentro de la parte Radio,

<sup>17</sup> Universidad de Sevilla, Sistema embebido para la conexión de un PLC Simens S7-200 a la red GSM, Tesis, P 71,2017, [en línea], Disponible en web <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/direccion/PFC%252F>>



está constituido por los siguientes elementos:

- **BTS(Base Transceiver Station):** emisor, receptor y antena. Procesa canales de radio (Interfaz Um).
- **BSC(Base Station Controller):** Control de las BTS, mapeo de canales de radio sobre los canales terrestres. Por un lado, se comunica con las BTS a través de un interfaz con canales de 16kb/s y por otro lado se comunica con los MSC a través del interfaz A, con canales de 64kb/s.

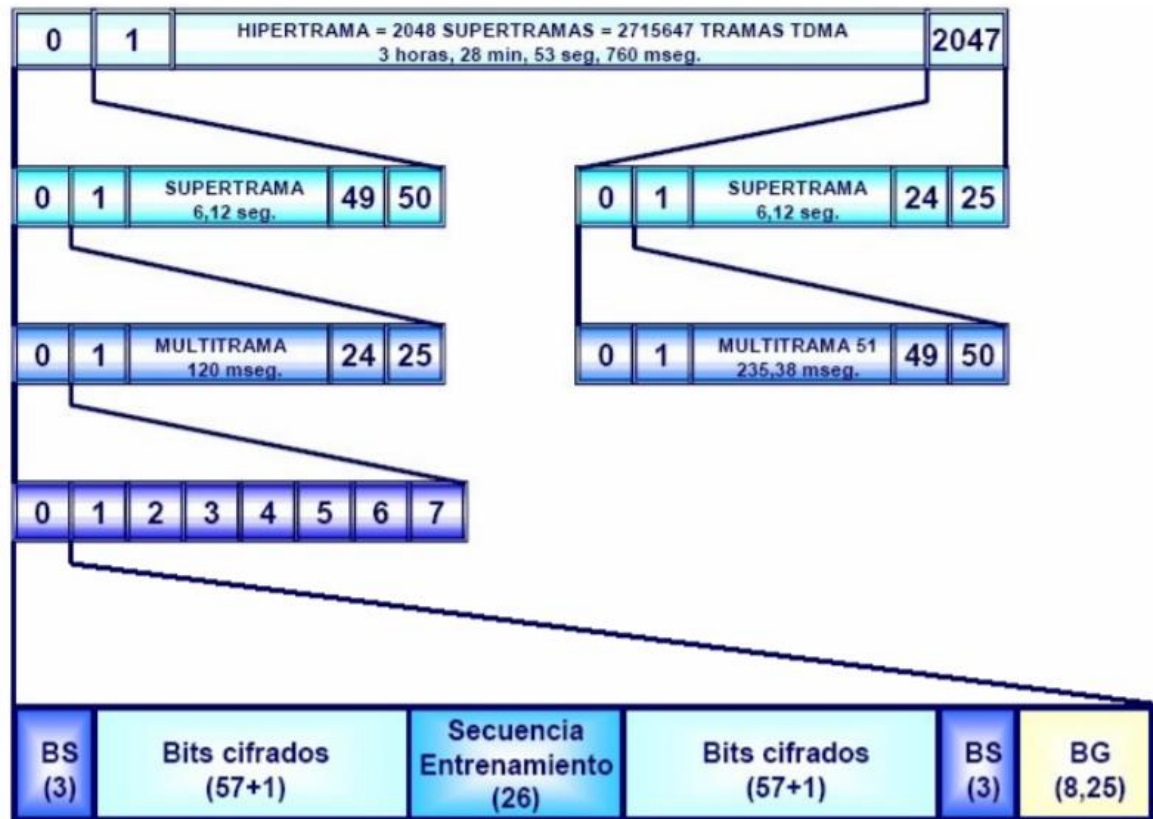
Este subsistema hace la interfaz entre la parte de radio y la parte de red.

- **Subsistema de red y conmutación (NSS, Network and Switching Subsystem).** Gestión de la movilidad, interconexión con otras redes y control del sistema. Esta es la parte más compleja, siendo sus elementos fundamentales los siguientes:
  - **MSC (Mobile services Switching Center),** centro de conmutación entre otras muchas funciones.
  - **GSMC (Gateway Mobile Services Switching Center) Conexión** con otras redes.
- **Bases de datos:**
  - **HLR (Home Location Register)**
  - **VLR (Visitor Location Register)**
  - **EIR (Equipment Identity Register)**

1.7.1.9. **Trama GSM:** Para la transmisión de “bits” entre la estación base y una estación móvil se utilizan canales físicos, caracterizados por un número de slot y una portadora. Dentro de cada portadora se transporta una multitrama y se multiplexan 8 ranuras, formando una trama TDMA. En la figura 14 se detalla un tipo de tramas de tráfico.



**Figura 14.** Trama GSM.



**Fuente:** Universidad de Sevilla, Sistema embebido para la conexión de un PLC Simens S7-200 a la red GSM, Tesis, P 72,2017, [en línea], Disponible en web <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/direccion/PFC%252F>>

En los 26 slots de la multitrama, el 12 está reservado para señalización, el 25 no se utiliza, y el resto de canales son para datos, para el servicio SMS se utilizan canales de control<sup>18</sup>.

Los canales físicos se dividen en:

- Canales de tráfico: Llevan la voz y/o datos
- Canales de control: Señalización y señales de control

**1.7.1.10. Arquitectura de servicio SMS:** La arquitectura básica de la red para el servicio SMS consta de las siguientes entidades<sup>19</sup>:

- MS: Estación móvil.
- MSC: Centro de conmutación.

<sup>18</sup> Ibid., p. 72

<sup>19</sup> Ibid., P 74.

- SMS-GMSC: MSC pasarela para el servicio de mensajes cortos (Servicio SM-MT).
- SMS-IW MSC: MSC de interconexión entre PLMN y el SC (Servicio SM MO).
- Sc: Centro de Servicio.
- HLR, VLR. (Home Location Register, Visitor Location Register).

## 1.8. MARCO CONCEPTUAL

1.8.1. **Bases de datos:** Es un conjunto de datos organizados de tal modo que permita que un programa tenga acceso a ellos, modificando, agregando o eliminando datos<sup>20</sup>.

Existen dos tipos de bases de datos:

- Estáticas: sólo sirven para lectura y almacenamiento de datos.
- Dinámicas: La información puede modificar, agregar y eliminar datos.

1.8.2. **Servidor de base de datos:** Es un programa que provee servicios de bases de datos a otras computadoras que lo soliciten, permitiéndoles modificar o administrar las bases de datos. Para esto el servidor utiliza un modelo de cliente servidor<sup>21</sup>.

1.8.3. **MYSQL:** Es un sistema de gestión de base de datos relacional de código abierto basado en el lenguaje de consulta estructurado denominado SQL., el cual es una aplicación que permite gestionar bases de datos. Fue escrito en C y C++ permite una integración con otros lenguajes de programación como PHP, Perl y Java. MYSQL es de Fuente abierta, la cual su utilización es gratuita, y se puede tener acceso al código fuente y hasta modificarlo<sup>22</sup>.

1.8.4. **Votación:** Es un mecanismo de participación ciudadana que el pueblo usa para dar a conocer su opinión sobre algún tema o tomar una decisión importante para el país o comunidad<sup>23</sup>.

---

<sup>20</sup> Definición ABC. Bases de datos, 2007, [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.definicionabc.com/tecnologia/base-de-datos.php>>

<sup>21</sup> ALEGSA, Leandro. Definición de Servidor de base de datos , 2010, [en línea],2017, Disponible en web < [http://www.alegsa.com.ar/Dic/servidor\\_de\\_base\\_de\\_datos.php](http://www.alegsa.com.ar/Dic/servidor_de_base_de_datos.php) >

<sup>22</sup> ROUSE, Margaret. SQL o lenguaje de consultas estructuradas, 2015, [en línea],2017, Disponible en web <<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>>

<sup>23</sup> Banco de la República Avtividad Cultural, El voto, 2015, [en línea],2017, Disponible en web <[http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/politica/el\\_voto](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/politica/el_voto)>

1.8.5. **HTML:** HyperText Markup Language, es un lenguaje que es utilizado para la elaboración de páginas web. No es considerado como un lenguaje de programación, ya que no cuenta con funciones aritméticas, variables o estructuras de control<sup>24</sup>. HTML se usa para crear páginas web estáticas, sin embargo, se puede usar en conjunto con otros lenguajes para poder crear páginas dinámicas.

1.8.6. **PHP:** Es un lenguaje de código abierto adecuado para el desarrollo web y que puede ser combinado con HTML. Es de uso libre y gratuito. PHP principalmente se utiliza para crear páginas web dinámicas, significa que el contenido puede variar, ya que necesita actualizar datos de una base de datos o aportes de los usuarios<sup>25</sup>.

1.8.7. **SQL:** Structured Query Language es un lenguaje de programación estándar, para obtener información desde una base de datos, actualizarla, modificarla, agregar y eliminar los datos. SQL permite trabajar conjuntos de hechos y crear las relaciones entre ellas, teniendo así un modelo de datos<sup>26</sup>.

#### 1.8.8. Diseño de bases de datos:

- **Capa física:** Incluye los archivos que contienen la información de las bases de datos. Algunas veces se suelen distribuir en diferentes partes del disco duro, repartidas en varios archivos y otras cuando son bases de datos pequeñas son guardadas en un solo archivo.
- **Capa lógica:** Contiene un conjunto de tablas bidimensionales, en una estructura jerárquica o estructura de los datos, especificando a que usuario le pertenecen los datos en particular. En general, es una estructura abstracta de los datos que se encuentran en la capa física.
- **Capa externa:** Es la vista final de los usuarios sobre la consulta de la base de datos. En la figura 15 se puede observar el esquema del diseño de una base de datos, con las capas anteriormente expuestas.

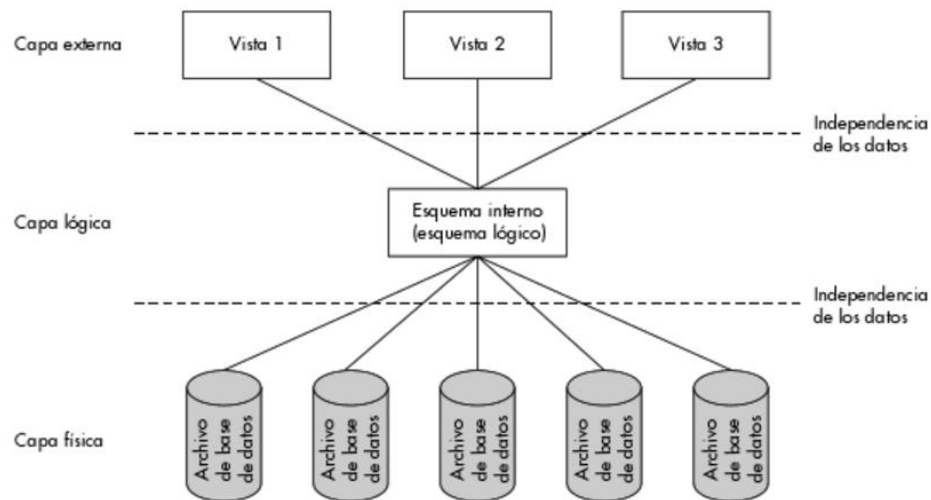
---

<sup>24</sup> Acerca de HTML, ¿Que es HTML y para que sirve?, [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.acercadehtml.com/manual-html/que-es-html.html>>

<sup>25</sup> GONZÁLEZ, Enrique. ¿Qué es PHP? y ¿Para qué sirve? Un potente lenguaje de programación para crear páginas web, 2009, [en línea],2017, Disponible en web <[http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=492:ique-es-php-y-ipara-que-sirve-un-potente-lenguaje-de-programacion-para-crear-paginas-web-cu00803b&catid=70:tutorial-basico-programador-web-php-desde-cero&Itemid=193](http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=492:ique-es-php-y-ipara-que-sirve-un-potente-lenguaje-de-programacion-para-crear-paginas-web-cu00803b&catid=70:tutorial-basico-programador-web-php-desde-cero&Itemid=193)>

<sup>26</sup> ROUSE, Margare, SQL o lenguaje de consultas estructuradas, 2015, [en línea],2017, Disponible en web <<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-o-lenguaje-de-consultas-estructuradas>>

**Figura 15.** Esquema del diseño de una base de datos.



**Fuente:** OPPEL, Andy. Fundamentos de Bases de Datos, 2010, Editorial MX: McGraw-Hill Interamericana, p. 7, , [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/bibliocatolicasp/detail.action?docID=10433914>>

- **Independencia física de los datos:** Capacidad de cambiar la estructura de los archivos físicos de una base de datos, sin afectar la capa lógica ni la capa final de visualización del usuario, como cambiar el nombre el archivo, combinar, dividir, moverlo o agregar objetos<sup>27</sup>.
- **Independencia lógica de los datos:** Capacidad de hacer cambios en la capa lógica sin afectar a los usuarios. Puede afectar la capa física, como agregar objetos, incorporar elementos de datos a un objeto existente<sup>28</sup>.
- **Sistema de gestión de bases de datos:** Es una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y manejar la base de datos. Está conformado por un conjunto de bases de datos. Los sistemas de gestión de bases de datos separan la estructura física de los datos con la estructura lógica, facilitando así su uso ya que se puede modificar el dato interno sin necesidad de afectar al usuario, ya que la especificación externa no se ve alterada<sup>29</sup>.

<sup>27</sup> OPPEL, Andy. Fundamentos de Bases de Datos, 2010, Editorial MX: McGraw-Hill Interamericana, p. 8, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/bibliocatolicasp/detail.action?docID=10433914>>

<sup>28</sup> Ibid, pág. 10.

<sup>29</sup> MARQUÉS, Mercedes. 2009, Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, p 1-175, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/bibliocatolicasp/reader.action?docID=11200923>>

- **Modelo entidad relación:** Se usa normalmente en la etapa de análisis del problema. Se enfoca a representar los elementos que intervienen, sus interrelaciones y propiedades. Es una herramienta para el modelo de datos de un sistema de información.

#### 1.8.9. Componentes del modelo de entidad relación.

- **Entidades:** Es cualquier objeto u elemento que pueda almacenar información en la base de datos. Se considera un elemento informativo que tiene relevancia en la base de datos. Una entidad no es una propiedad concreta, sino un objeto que puede poseer varios atributos. En la Figura 16 se describe un ejemplo de Entidades denominada Personas.

**Figura 16.** Grafica de detalla de un ejemplo de Entidades.



**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 86. , [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

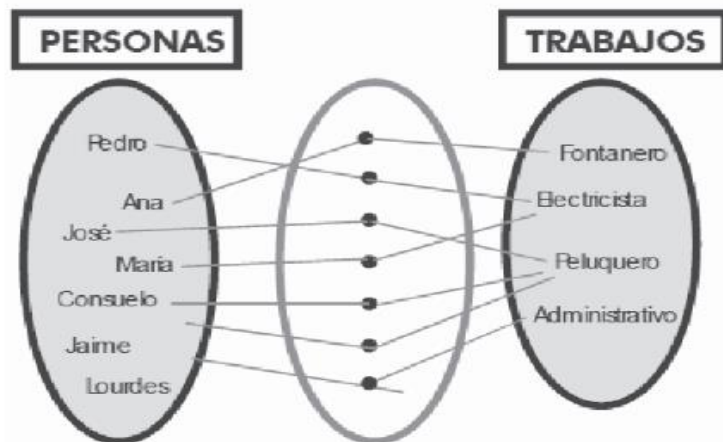
- **Relaciones:** Representa asociaciones entre las Entidades. En la Figura 17 se detalla las Relaciones de dos (2) Entidades: Personas y Trabajos. La representación gráfica lógica de las Entidades se realiza con un rombo, conectadas a las Relaciones con un nombre que normalmente es un verbo. Así, en la Figura 18 se detalla la gráfica lógica de dos (2) Entidades Personas y Trabajos, con la Relación Trabajar.

**Figura 17.** Grafica que detalla un ejemplo de Relaciones de dos (2) entidades: Personas y Trabajos.



**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 88, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

**Figura 18.** Representación gráfica lógica de las Entidades. Se detalla la Relación Trabajar de dos (2) Entidades: Personas y Trabajos.

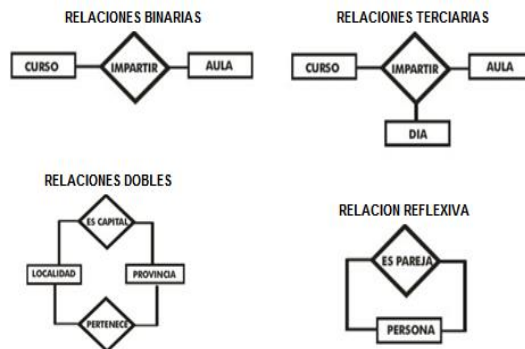


**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 87, [en línea],2017 Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

En la Figura 19 describe cada una de los distintos tipos de relaciones:

- Relaciones binarias: son relaciones que asocian dos (2) entidades.
- Relaciones ternarias: Relaciones entre tres (3) entidades.
- Relaciones dobles: Son dos relaciones distintas que relacionan las mismas entidades.
- Relación reflexiva: sirve para relacionar ejemplares de la misma entidad.

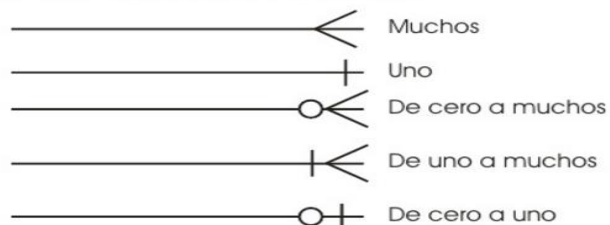
**Figura 19.** Grafica que detalla ejemplos de Relaciones Binarias, Relaciones Terciarias, Relaciones Dobles y Relación reflexiva.



**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 88, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

- **Cardinalidad:** Indica el número de relaciones en las que una Entidad puede aparecer. La Cardinalidad mínima indica el mínimo de asociaciones, puede ser 1 o 0. La Cardinalidad máxima, indica el número máximo de relaciones, puede ser uno o muchos. En la Figura 20 detalla las diferentes cotas según los tipos de Cardinalidad: Muchos, Uno, De cero a muchos, De uno a muchos, De cero a uno.

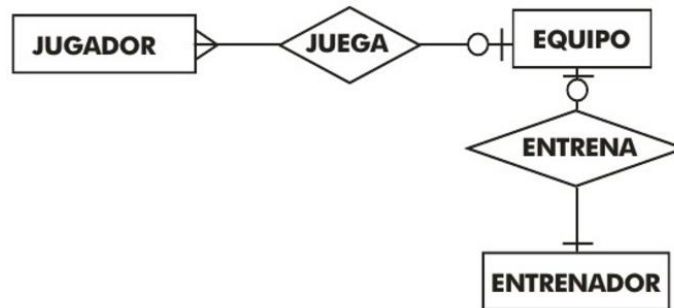
**Figura 20.** Grafica de las distintas cotas según los distintos tipos de Cardinalidad.



**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 89, [en línea],2017 Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

En la Figura 21 detalla un grafica lógico que describe un ejemplo de un tipo de Cardinalidad. Así, la Entidad -Jugador establece la relación -(con el nombre "Juega") con la Entidad -Equipo a través de una Cardinalidad de entrada - tipo Muchos, y una Cardinalidad de salida de tipo Cero a uno. La Entidad - Equipo establece la Relación - (de nombre "Entrena") con la Entidad - Entrenador a través de una Cardinalidad de entrada de tipo Cero a uno y una Cardinalidad de salida de tipo Uno.

**Figura 21.** Grafica lógica de un ejemplo de Cardinalidad.



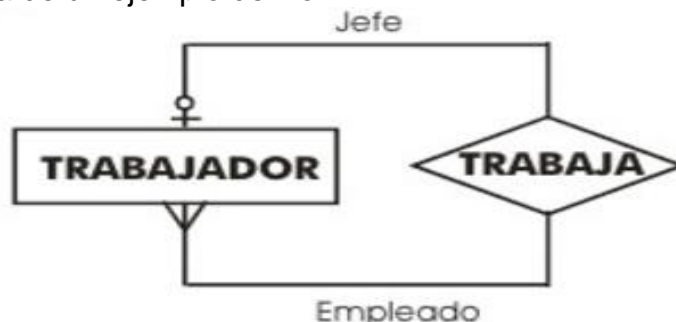
**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 90, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

- **Roles:** En algunas ocasiones es necesario indicar el Rol en las líneas de la Relación, de esta manera se determina qué papel juega la entidad en la relación. En el ejemplo de la Figura 22 describe grafica lógica de la Entidad - Trabajador con la Relación - Trabajo, con la Cardinalidad De cero a uno con el Rol de Jefe y con la Cardinalidad de Muchos con el Rol de Empleado.

Entidad – Jugador, se Relaciona en la relación “Juega” con la Entidad - Equipo con Cardinalidad (Muchos a De cero a uno). La Entidad Equipo se Relaciona en Entrena con la Entidad Entrenador con la Cardinalidad De cero a uno a Uno.

La Entidad - Trabajador define la Relación “Trabaja” con la Cardinalidad De cero a uno con el Rol de Jefe, y con la Cardinalidad de Muchos con Rol de Empleado.

**Figura 22.** Grafica lógica de un ejemplo de Rol.



**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 90, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11046077>>



- **Atributos:** Describen propiedades de las Entidades y las Relaciones, se representan en forma de elipses que se unen a las Entidades. En la Figura 23 se observa la Entidad - Alumno con Atributos DNI y Nombre con Cardinalidad vectorial 0 a (n) para la Relación - Asistir. De igual manera la Entidad - Curso tiene Atributos - Nombre y Número para una Cardinalidad vectorial (n) a 1 para la Relación - Asistir.
- **Identificadores o claves:** Es uno o más atributos de una entidad que son únicos para esa entidad<sup>30</sup>.

La Entidad - Alumno tiene como Atributos DNI y Nombre. De igual forma la Entidad - Curso tiene como Atributos - Nombre y Número. Ambas relaciones tienen como Relación - Asistir.

**Figura 23.** Grafica lógica de un ejemplo de Atributos.

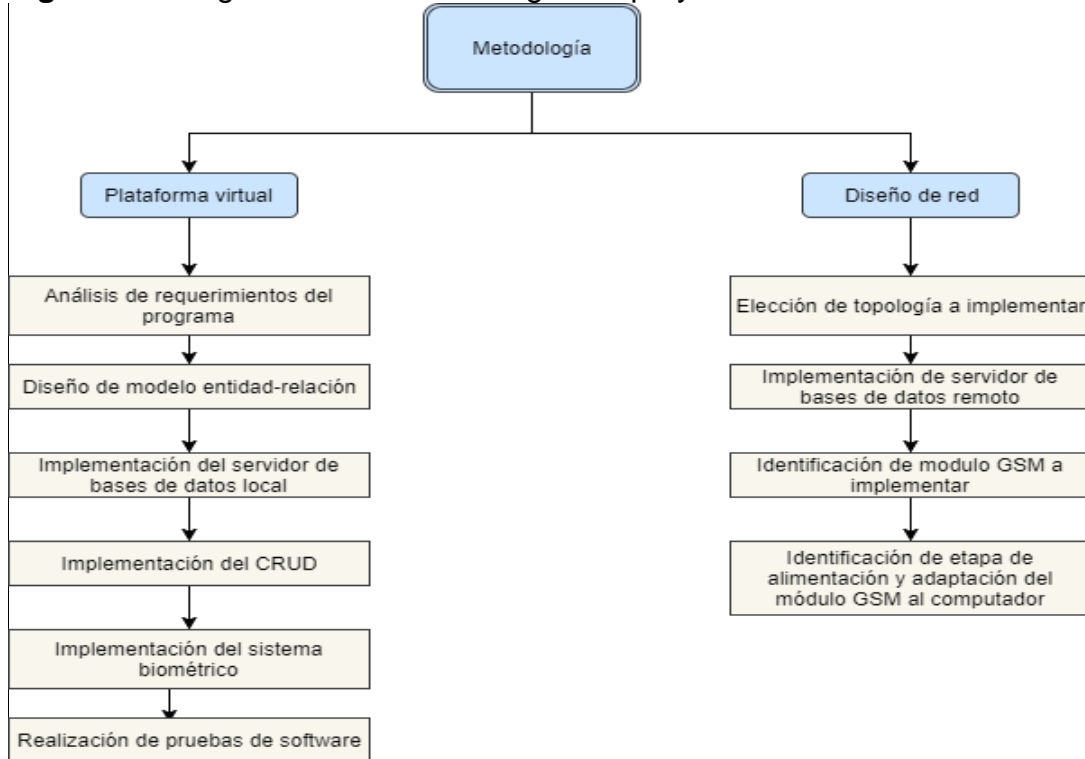


**Fuente:** VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 90, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/bibliocatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

<sup>30</sup> VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 85-104, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/bibliocatolicasp/reader.action?docID=11046077>>

## 1.9. METODOLOGÍA

Figura 24. Diagrama de la metodología del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

## 1.10. DISEÑO METODOLÓGICO

Este trabajo de grado está dividido en dos partes:

La primera es el diseño de la plataforma virtual, la cual está desarrollada en el lenguaje JAVA.

- **Análisis de requerimientos del programa:** En esta etapa, se identifican los tipos de usuarios del programa, esto se podrá visualizar detalladamente en el capítulo 4 de implementación. Luego de la identificación de usuarios se realizó por medio de un análisis de los procesos necesarios para la votación, como el ingreso de los estudiantes, ingreso de los administradores, ingreso de los cursos, configuración de los candidatos, inicio y terminación de la votación, entre otras que se especificarán en la sección de implementación.
- **Diseño del modelo entidad relación:** En esta etapa se realizó el diseño del modelo entidad relación a partir del análisis de requerimientos hecho

anteriormente, en donde se tiene en cuenta los procesos y qué información se necesita para realizar la votación.

- **Implementación del servidor de bases de datos local:** Cuando se tiene el modelo “entidad-relación”, para poder acceder a la base de datos es necesario alojar la base de datos en un servidor, en este caso se utilizó el programa XAMPP el cual permite alojarla en un servidor local.
- **Implementación del CRUD:** Tras haber elaborado cada una de las interfaces con las cuales se realizará la votación, se configura la navegación por cada uno de los paneles del programa, luego se configura el acceso a la base de datos, su respectiva obtención, actualización y eliminación de elementos.
- **Implementación del sistema biométrico:** A la hora de realizar la implementación del sistema biométrico se compararon diferentes dispositivos, de esta forma se elige el más adecuado para la implementación, esto se puede observar en el capítulo 5 de procedimientos realizados. Con el fin de empezar la implementación del lector de huellas, es necesario descargar una librería, la cual permite realizar la programación del dispositivo para el reconocimiento y verificación de los votantes.
- **Realización de pruebas de software:** Las pruebas se realizaron en la Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth con cursos de 10 y 20 personas donde se realizó una votación local que se detallará en el capítulo 6 de pruebas de prototipo.

En la segunda etapa, llamada diseño de red, se realizan los siguientes procesos para realizar la conexión de las sedes externas a la sede central:

- **Elección de topología a implementar:** En esta sección se identificó la topología estrella como la adecuada para la comunicación de las sedes externas a la sede central.
- **Implementación de servidor de base de datos remoto:** Al terminar el desarrollo de la plataforma virtual, se procedió a montar la base de datos sobre el servidor global de Microsoft Azure ® que permite realizar gestión remota.
- **Identificación del módulo GSM a implementar:** El acceso al servidor de base de datos se realiza por medio de internet. Para lograr la comunicación de las sedes rurales que no tengan el servicio disponible, se identificó un módulo GSM que permite acceder con el servicio de internet al servidor de base de datos.
- **Identificación de etapa de alimentación y adaptación del módulo GSM al computador:** El acceso al servidor de base de datos en las sedes rurales sin conexión a internet se realizará través del módulo GSM que es conectado al computador por medio de un conversor TTL-USB y es alimentado por una fuente para protoboard. Estos componentes son detallados en el capítulo 2 de descripción de componentes.

### **1.11. IMPACTO Y RESULTADOS ESPERADOS**

Al realizar la implementación del sistema de votación virtual con reconocimiento biométrico, se espera que los estudiantes de la institución puedan realizar una votación haciendo uso de la tecnología, y de esta forma obtener los resultados rápidamente, esto incluye la información de los estudiantes que participaron en la votación, el número total de estudiantes inscritos al programa y la duración total de la votación.

Además, se espera que este trabajo de grado promueva que los estudiantes de la institución se interesen en la implementación de la tecnología en diferentes actividades. También se espera un impacto educativo, permitiendo que los estudiantes accedan a este documento y al programa de desarrollo del trabajo de grado, creando la posibilidad que los estudiantes lo complementen o usen partes de este y lo apliquen en una nueva idea.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

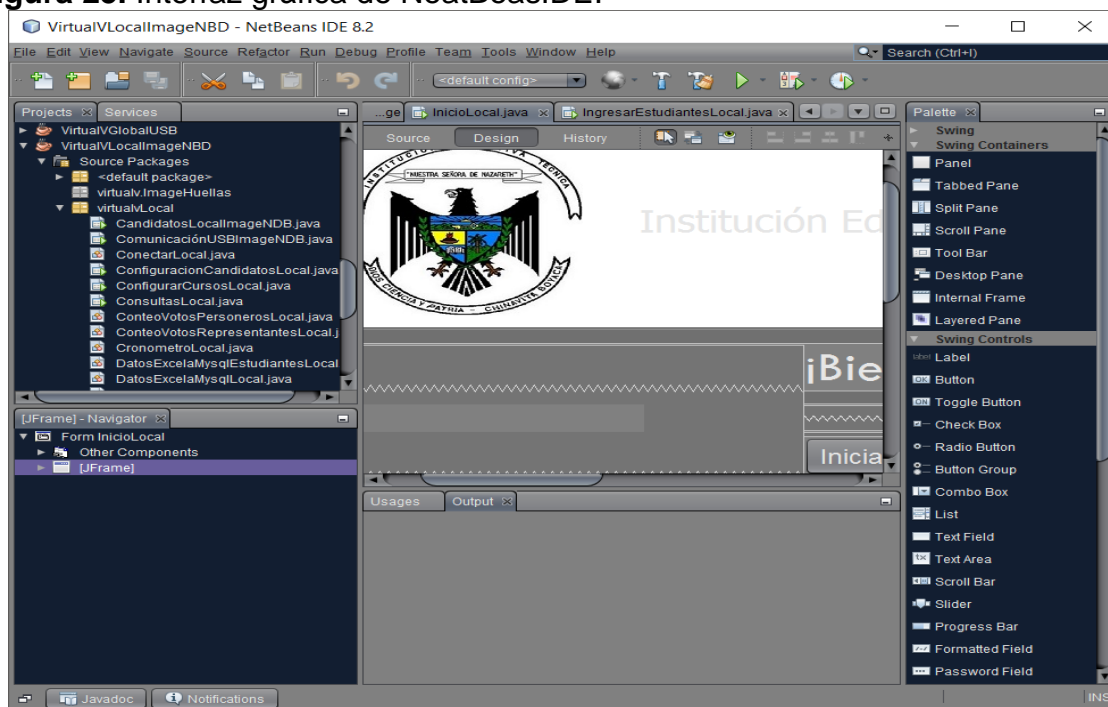
En este trabajo de grado se utilizaron diferentes componentes electrónicos y entornos de desarrollo que serán descritos detalladamente a continuación.

### 2.1. SOFTWARE

**Neatbeans:** Es un entorno de desarrollo libre, que utiliza diferentes lenguajes de programación, sin embargo, en este trabajo de grado y principalmente el programa es utilizado para desarrollar aplicaciones en el lenguaje JAVA. Esta IDE (Acrónimo en inglés, Integrated Development Environment )de desarrollo se utilizó debido a su facilidad de uso gracias a su interfaz gráfica que permite diseñar formularios fácilmente<sup>31</sup> (Vease figura 25).

De acuerdo a lo anterior otra razón por la cual se usa el software Netbeans es debido a su compatibilidad con PHPMyAdmin.

**Figura 25.** Interfaz gráfica de NeatBeasIDE.



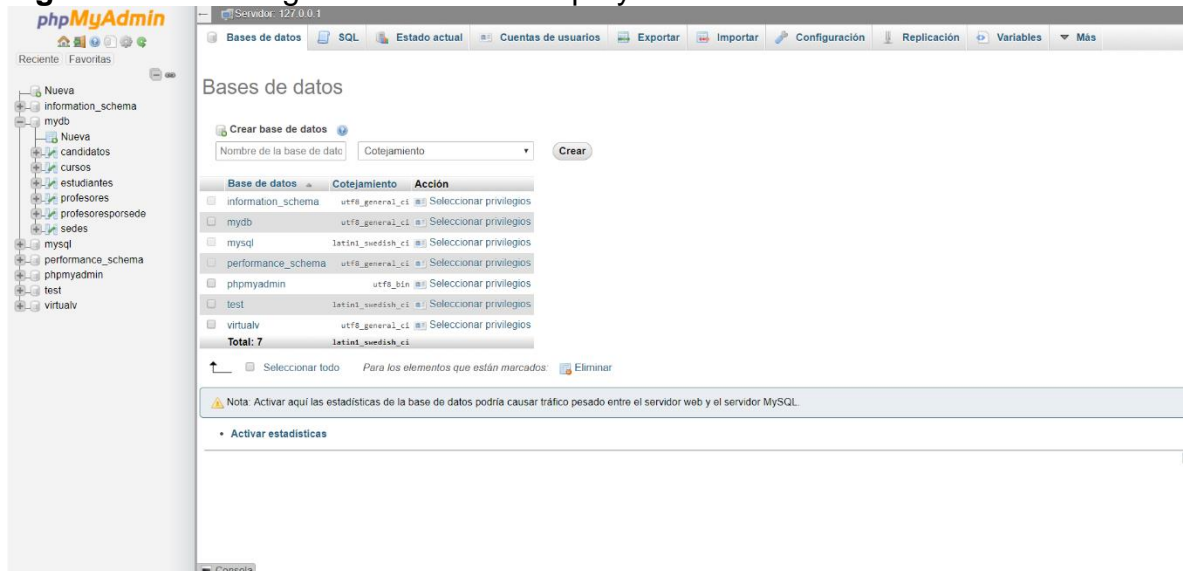
**Fuente:** Elaboración propia

<sup>31</sup> Oracle Corporation and/or its affiliates, 2016, NetBeans, [en línea],2017, Disponible en web < <https://netbeans.org/>>

**PhpMyAdmin:** Es un software libre creado en PHP que permite gestionar bases de datos en MySQL a través de una interfaz web<sup>32</sup>.

En la figura 26 se observa la página principal de la web PhpMyAdmin.

**Figura 26.** Interfaz gráfica de la web PhpMyAdmin.



**Fuente:** Elaboración propia

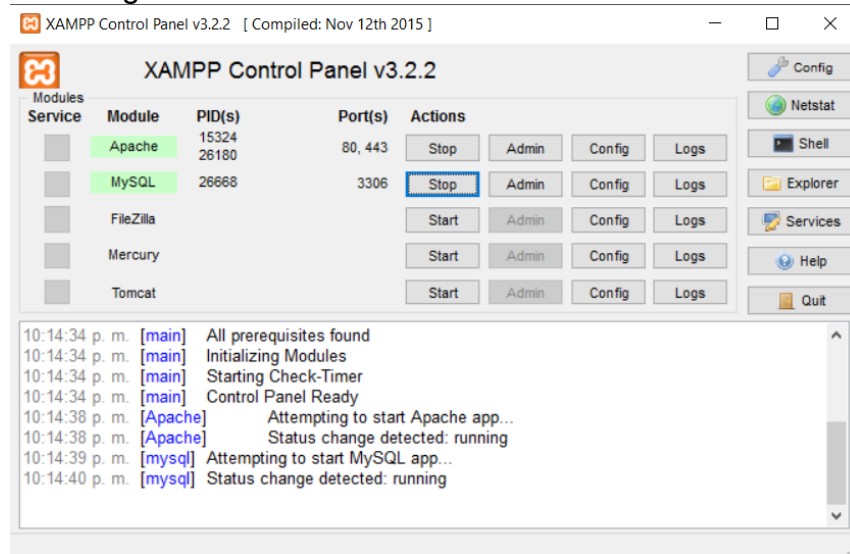
**XAMPP:** Es un servidor independiente de Apache con código libre que permite crear servidores de bases de datos y servidores web de forma local, su lenguaje de desarrollo es PHP<sup>33</sup>.

En la figura 27 se observa la ventana principal del software XAMPP donde se encuentran activados los servicios necesarios para crear el servidor de bases de datos local.

<sup>32</sup> phpMyAdmin contributors, 2003, phpMyAdmin, [en línea],2017, Disponible en web <<https://www.phpmyadmin.net/>>

<sup>33</sup> Apache Friends, 2017, XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl, [en línea],2017, Disponible en web < <https://www.apachefriends.org/es/index.html>>

**Figura 27. Interfaz gráfica del software XAMPP.**

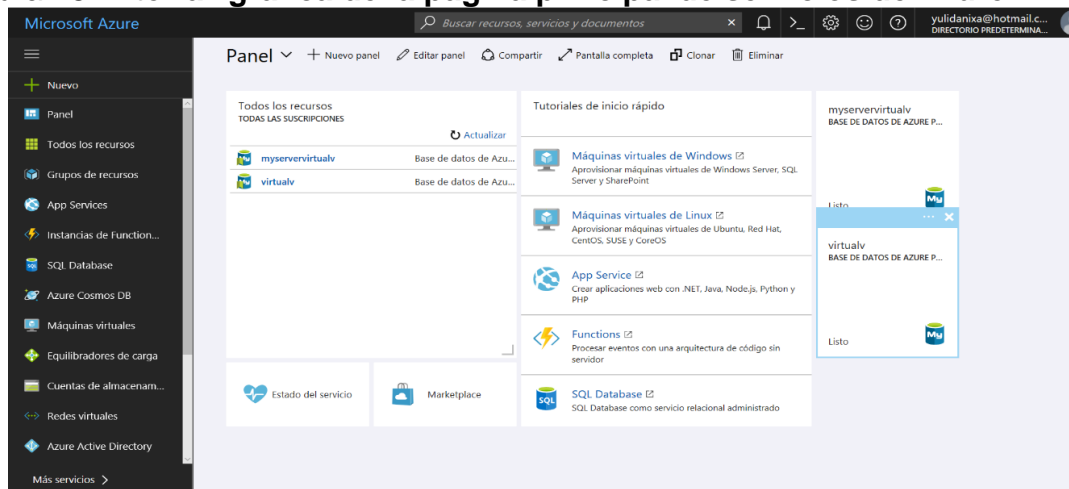


**Fuente: Elaboración propia**

**Microsoft Azure ®:** Como su página principal la define es un conjunto integral de servicios en la nube, utilizada para crear, implementar y administrar aplicaciones a través de una red global de centros de datos<sup>34</sup>.

En la figura 28 se puede observar la ventana general de la página de configuración de Azure, donde se crean los servicios que se van a utilizar.

**Figura 28. Interfaz gráfica de la página principal de servicios de Azure.**



**Fuente: Elaboración propia**

<sup>34</sup> Microsoft, 2017, Microsoft Azure, [en línea],2017, Disponible en web < <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-azure/>>

## 2.2. HARDWARE

**Lector de huellas DigitalPersona U.are.U 4500:** Es un lector de reconocimiento de huellas dactilares USB (ver figura 29), compatible con el lenguaje de programación JAVA<sup>35</sup>, para implementar este lector es necesario hacer uso de una librería que debe ser previamente instalada en IDE de desarrollo NetBeans.

**Figura 29.** Lector de huellas DigitalPersona U.areU 4500.



**Fuente:** DigitalPersona, Inc. Lector de huellas digitales USB, Ficha de especificaciones, 2008.

**Conversor USB – TTL:** Como su nombre lo indica es un conversor que nos permite conectar un dispositivo serial asíncrono full dúplex a cualquier USB. Con este conversor se conecta el módulo GSM al computador por medio de los puertos USB<sup>36</sup>.(ver figura 30)

**Figura 30.** Conversor USB-TTL.



**Fuente:** MACTRONICA, Conversor USB A TTL PI2303hx Serial, [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.mactronica.com.co/conversor-usb-ttl-pl2303hx-serial-43672062xJM>>

---

<sup>35</sup> DigitalPersona, Inc. Lector de huellas digitales USB, Ficha de especificaciones, 2008.

<sup>36</sup> MACTRONICA, Conversor USB a TTL PI2303hx Serial, [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.mactronica.com.co/conversor-usb-ttl-pl2303hx-serial-43672062xJM>>



**Fuente protoboard power MB V2 AMS1117 (Marca Advanced Monolithic systems ®):** Es una Fuente que consta de 2 salidas de voltaje (ver figura 31), 3.3 y 5V, y es alimentada por cable USB o un cargador externo de 12V<sup>37</sup>.

**Figura 31.** Fuente protoboard power MB V2 AMS1117.



**Fuente:** MACTRONICA, FUENTE PROTOBOARD POWER MB V2 AMS1117, [en línea],2017, Disponible en web: <http://www.mactronica.com.co/fuente-protoboard-power-mb-v2-ams1117-43672059xJM>

**Tarjeta M95 L80 Arduino:** Es un módulo GPRS/GSM utilizado en comunicaciones utilizando la red telefónica opera en las bandas de 850, 900, 1800 y 1900 MHz, además se controla por comandos AT. Para hacer uso de este módulo es necesario tener una SIMCARD y de esta manera hacer uso de la red telefónica.

Este módulo fue escogido porque es uno de los módulos GSM que cumple los requisitos necesarios para la implementación (ver figura 32).

**Figura 32.** Tarjeta M95 L80 Arduino.



**Fuente:** Sigma electrónica, M95+L80 SHIELD, [en línea],2017, Disponible en web: <https://www.sigmaelectronica.net/producto/m95l80-shield/>

<sup>37</sup> MACTRONICA, FUENTE PROTOBOARD POWER MB V2 AMS1117, [en línea],2017, Disponible en web < <http://www.mactronica.com.co/fuente-protoboard-power-mb-v2-ams1117-43672059xJM> >

**Tabla 2.** Tarjeta M95 L80 Arduino.

Voltaje de operación (V):	3,3 - 3,7V DC
Datos GPRS:	Protocolo TCP/IP integrado
Interfaz serial:	Velocidad 1200bps - 115200bps
Interfaz de SIM Card:	SIM Card de 1,8V y 3V
Frecuencias de operación (MHz):	Cuatro bandas GSM850MHZ, EGSM900MHZ, DSC1800MHZ, PCS1900MHZ

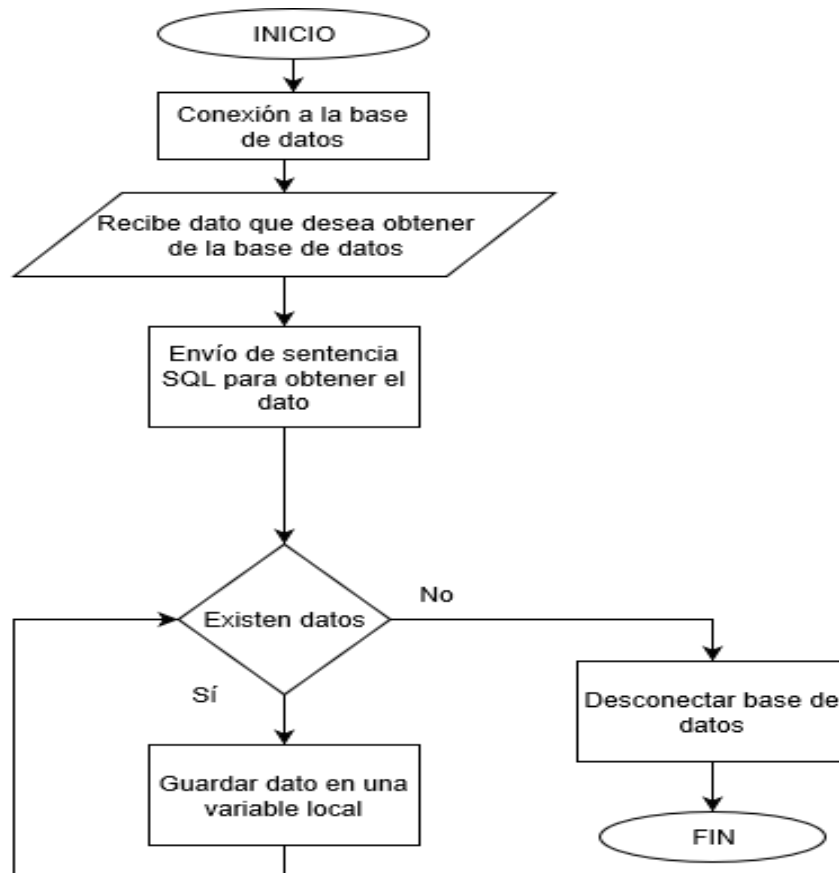
Para realizar la comunicación del computador al módulo, se utiliza el puerto serial con el cual se envían comandos AT o Stream de datos. Los tres últimos componentes expuestos anteriormente son utilizados en la comunicación de las sedes que no tienen servicio de internet como se expone en el capítulo 3.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

#### 3.1. LECTURA DE INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS

En la lectura de elementos se realiza la conexión a la base de datos, luego el usuario, dependiendo del panel donde se encuentra y la operación que desea hacer, envía una condición para saber qué elementos obtener de la base de datos, de esta manera, el programa se encarga de enviar la sentencia SQL. Para guardar los datos y poder hacer uso de ellos en el programa, es necesario guardar los elementos en una variable y recorrer la base de datos en búsqueda de los elementos de la condición, esto se realiza por medio de un “while” que mientras haya elementos en la base de datos que coincidan con la condición previamente impuesta va guardando uno por uno, cuando no existan más elementos el ciclo se acaba y termina el proceso desconectando la base de datos (ver figura 33).

**Figura 33.** Diagrama de flujo de la obtención de elementos en la base de datos.

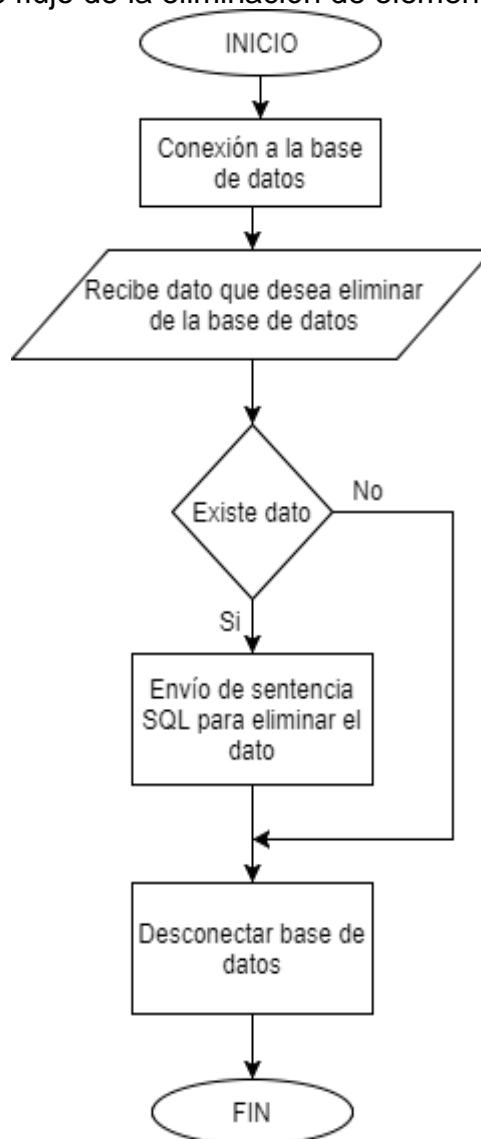


**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. ELIMINACIÓN DE ELEMENTOS EN LA BASE DE DATOS

Para eliminar elementos de la base de datos es necesario iniciar la conexión a la base de datos, luego se recibe el dato que el usuario desea eliminar, se envía una sentencia SQL que se encarga de eliminar el dato elegido por el usuario, y por último se desconecta la base de datos (ver figura 34).

**Figura 34.** Diagrama de flujo de la eliminación de elementos en la base de datos.

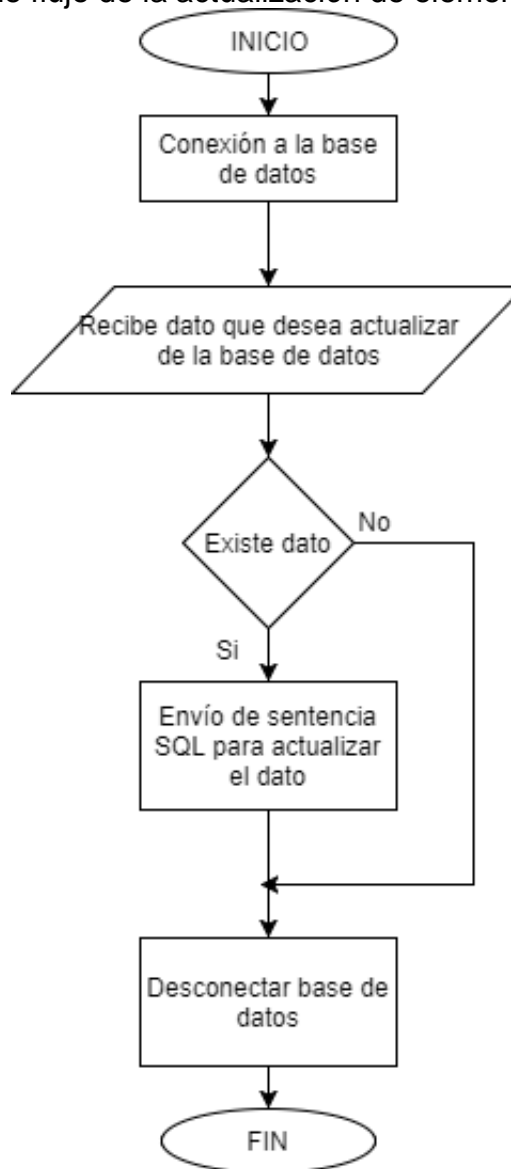


**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. ACTUALIZACIÓN DE ELEMENTOS EN LA BASE DE DATOS

Para actualizar elementos de la base de datos es necesario iniciar la conexión a la base de datos, luego se recibe el campo y el dato que el usuario desea actualizar, se envía una sentencia SQL que se encarga de actualizar el dato elegido por el usuario, y por último se desconecta la base de datos (ver figura 35).

**Figura 35.** Diagrama de flujo de la actualización de elementos en la base de datos.

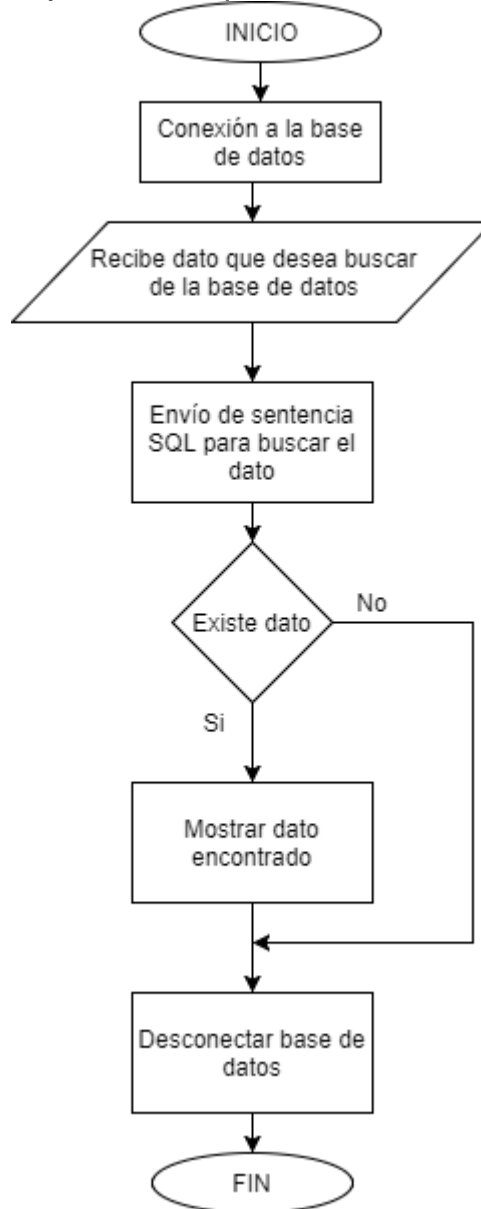


**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4. BÚSQUEDA DE ELEMENTOS EN LA BASE DE DATOS

Para realizar una búsqueda en la base de datos es necesario iniciar la conexión, luego se recibe el dato que el usuario desea buscar, se envía una sentencia SQL que se encarga de buscar el dato, y por último se realiza la desconexión (ver figura 36).

**Figura 36.** Diagrama de flujo de la búsqueda de elementos en la base de datos.

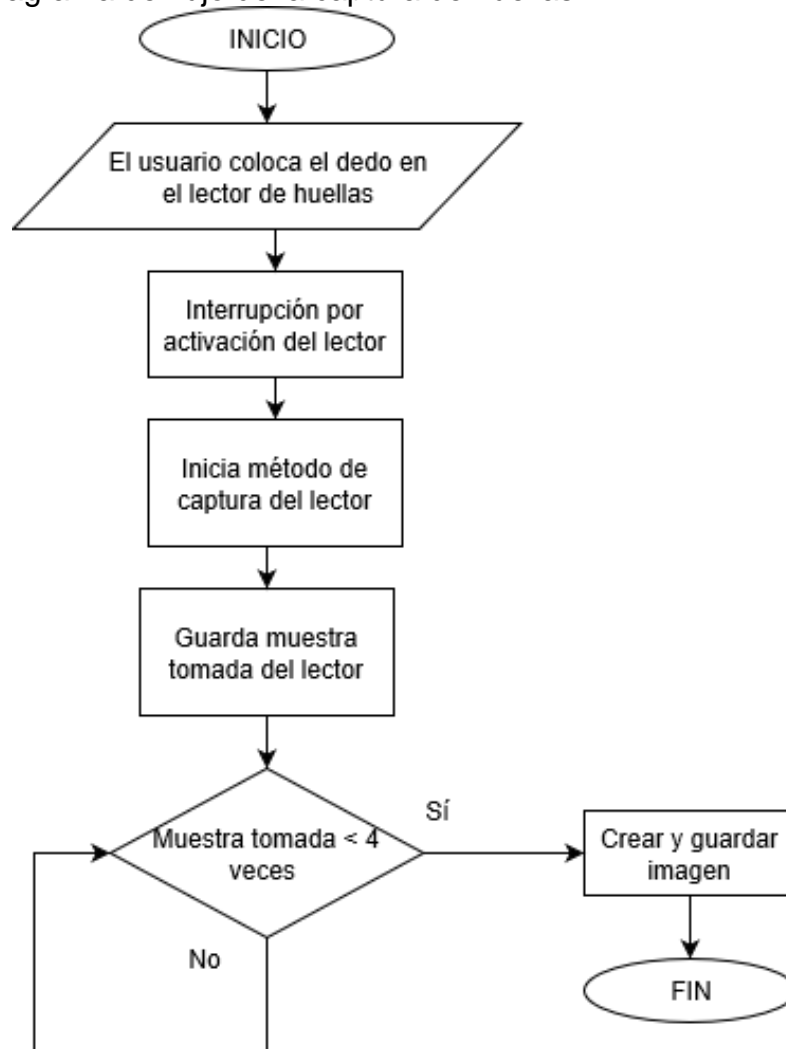


**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5. CAPTURA DE HUELLAS DACTILARES

Cuando el usuario coloca el dedo sobre el lector de huellas, esta crea una interrupción que activa un método en el cual empieza la captura de la huella tomando una muestra, el usuario debe colocar el dedo cuatro veces para que el lector pueda reconocer la huella, de esta forma poder crear una imagen a partir de los datos tomados y posteriormente guardarla en la base de datos (ver figura 37).

**Figura 37.** Diagrama de flujo de la captura de huellas.

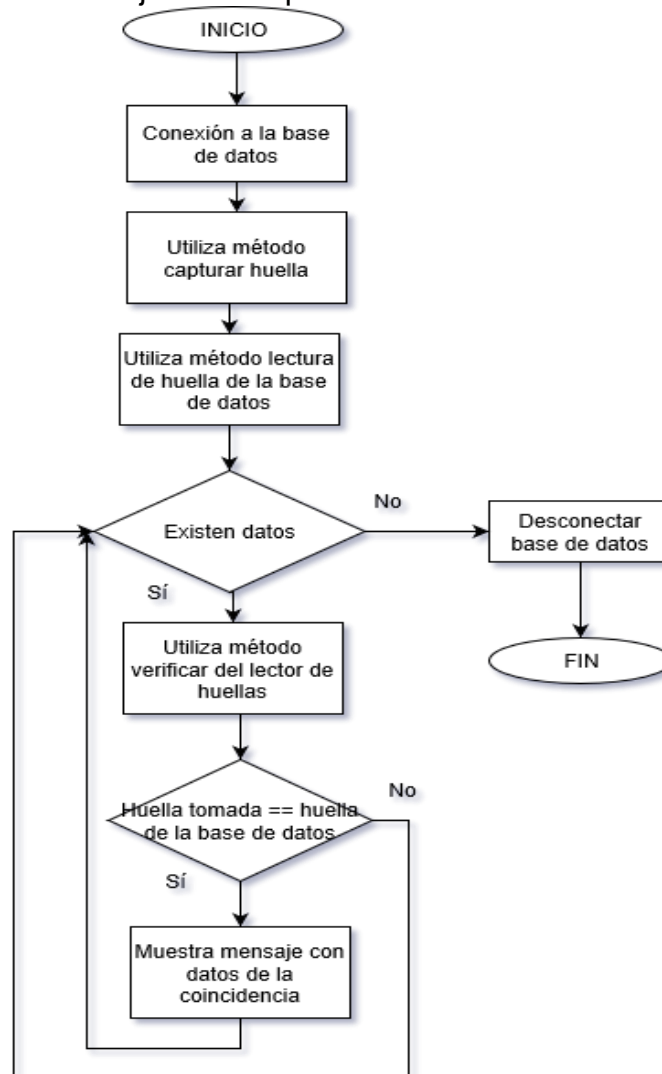


**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6. IDENTIFICACIÓN DE HUELLAS DACTILARES

Para realizar la identificación de la huella capturada con el valor almacenado en la base de datos, es necesario iniciar la conexión de la base de datos, luego se utiliza el método capturar huella y el método de lectura de elementos de la base de datos para realizar la comparación. Mientras se recorre la base de datos, se verifican los datos con la muestra capturada, si las huellas coinciden se crea una ventana emergente que anuncia la coincidencia, cuando no existe ninguna coincidencia se sale del ciclo y desconecta la base de datos (ver figura 38).

**Figura 38.** Diagrama de flujo de la captura de huellas.



**Fuente:** Elaboración propia



### 3.7. CONFIGURACIÓN DE CURSOS

En esta ventana se agregan los cursos existentes en la sede que se está trabajando, también se pueden eliminar y visualizar los cursos anteriormente guardados (ver figura 39).

**Figura 39.** Interfaz del “Frame” configuración de cursos.

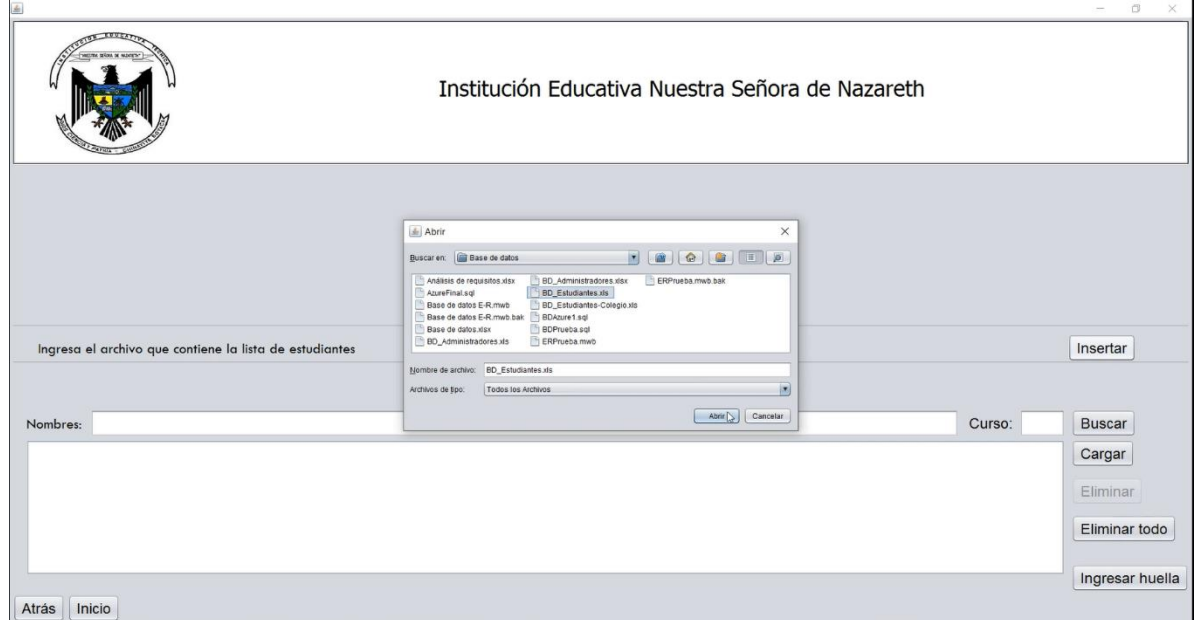
The screenshot shows a web application window titled 'Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth'. The main content area is titled 'Configurar cursos'. It features a search section with the text 'Ingresar cursos:' and a form where 'Curso: 10' and '1' are entered, with 'Buscar' and 'Agregar' buttons. Below this is a list area showing '6 Sede: Central Curso: 10-1' in a large empty box. To the right of the list are buttons for 'Cargar', 'Eliminar', and 'Eliminar todo'. An 'Atrás' button is located at the bottom left of the interface.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8. INGRESO DE ESTUDIANTES

En esta ventana se ingresa la lista de estudiantes de todos los cursos que hay en la sede que se está trabajando, el ingreso de la lista de estudiantes se hace por medio del botón ingresar que posteriormente abre una ventana de búsqueda en el equipo para seleccionar el archivo .xls de Excel como se puede observar en la figura 40.

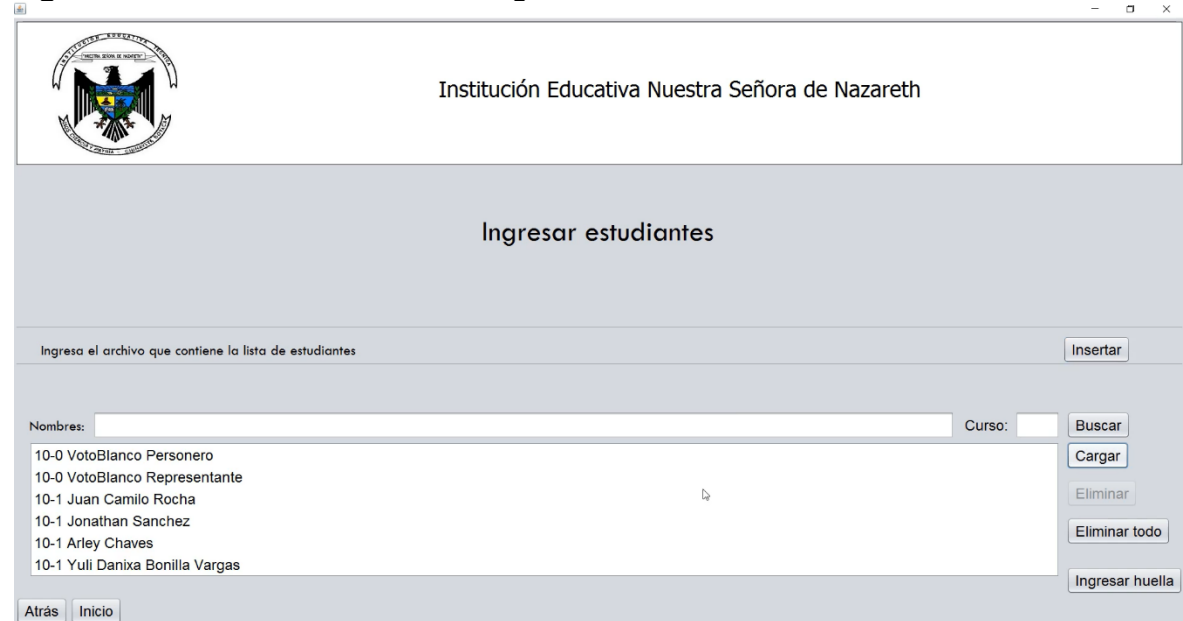
**Figura 40.** Interfaz de la ventana de selección de archivos.



**Fuente:** Elaboración propia

En esta ventana también es posible visualizar los estudiantes que hay en la sede, realizar búsquedas por nombre y curso, además de poder eliminar los datos (ver figura 41).

**Figura 41.** Interfaz de la ventana ingresar estudiantes.



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.9. INGRESO DE ADMINISTRADORES

En esta ventana se administran los datos de los administradores, se ingresan por medio de un archivo de Excel .xls al igual que en la ventana estudiantes, se pueden visualizar y eliminar los administradores guardados en la base de datos (ver figura 42).

**Figura 42.** Interfaz de la ventana ingresar maestros.

Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth

### Ingresar maestros

Ingresa el archivo que contiene la lista de maestros

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.10. CONFIGURACIÓN DE CANDIDATOS

En esta ventana se declara que estudiantes son candidatos a personería y representantes de curso, para esto es necesario seleccionar el estudiante y agregar la foto del candidato, como se puede observar en la figura 43.

**Figura 43.** Interfaz de la ventana configurar candidatos.

Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth

Configuración candidatos

Mostrar candidatos

Buscar

Personero

Agregar foto

Agregar

Eliminar

Atrás

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.11. INICIAR Y DETENER LA VOTACIÓN

En la figura 44, se puede observar la interfaz gráfica de la ventana iniciar votación, en la cual se puede iniciar y detener la votación, además de poder observar los resultados de la votación.

**Figura 44.** Interfaz de la ventana iniciar votación.

Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth

Iniciar votación

Duración:

Iniciar

Detener

Restaurar votación

Obtener resultados

Atrás

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.12. OBTENER RESULTADOS

En la ventana obtener resultados se puede visualizar la duración de la votación, el número de estudiantes totales de la sede, el número de estudiantes que participaron en la votación, y los resultados de la votación para personero y representantes de curso, como se puede observar en la figura 45.

**Figura 45.** Interfaz de la ventana obtener resultados.



**Fuente:** Elaboración propia

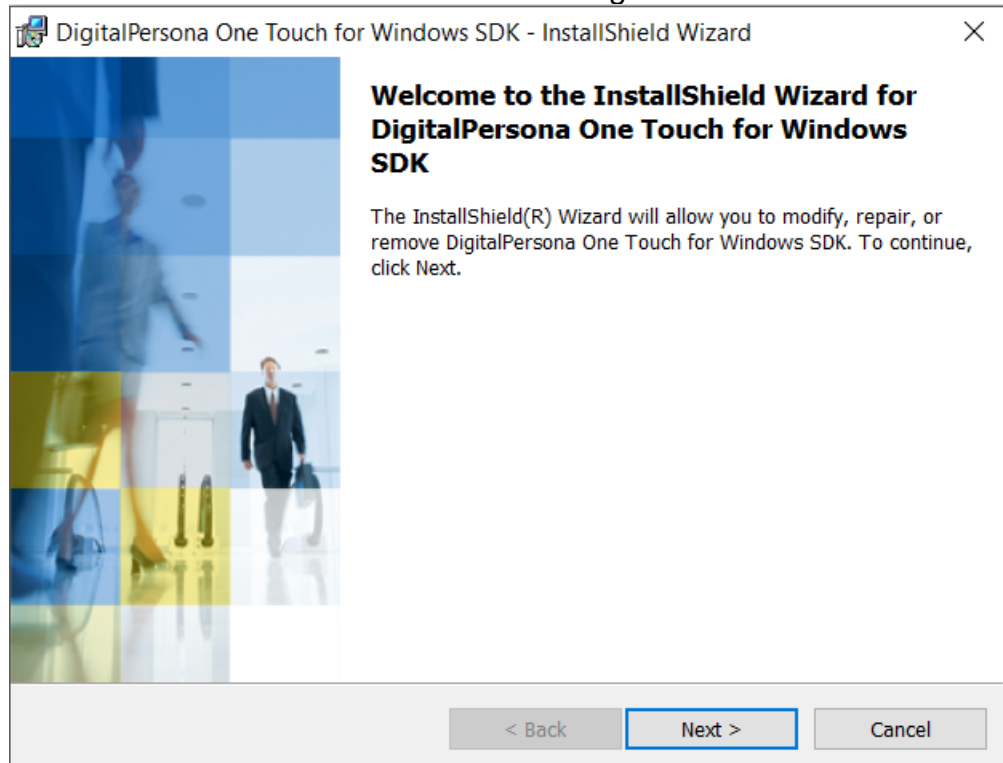
## 4. IMPLEMENTACIÓN

### 4.1. INSTALACIÓN DRIVER DEL LECTOR DE HUELLAS

Para que la aplicación pueda ser utilizada en cualquier equipo de cómputo es necesario instalar el driver del lector de huellas como se muestra a continuación:

- Descargar el SDK del lector de huellas DigitalPersona<sup>38</sup>. Se instala el SDK sin tener conectado el lector de huellas como se observa en la figura 46.

**Figura 46.** Ventana de instalación del SDK de DigitalPersona.



**Fuente:** ©2005-2008 DigitalPersona, Inc. 2017, Lector U.are.U® 4500 Lector de huellas digitales USB, [en línea],2017, Disponible en web: [http://seguridadseat.com/pdf/files-pdf/LectorHuella-UareU\\_4500.pdf](http://seguridadseat.com/pdf/files-pdf/LectorHuella-UareU_4500.pdf)

Luego se conecta el lector y automáticamente se instala el driver.

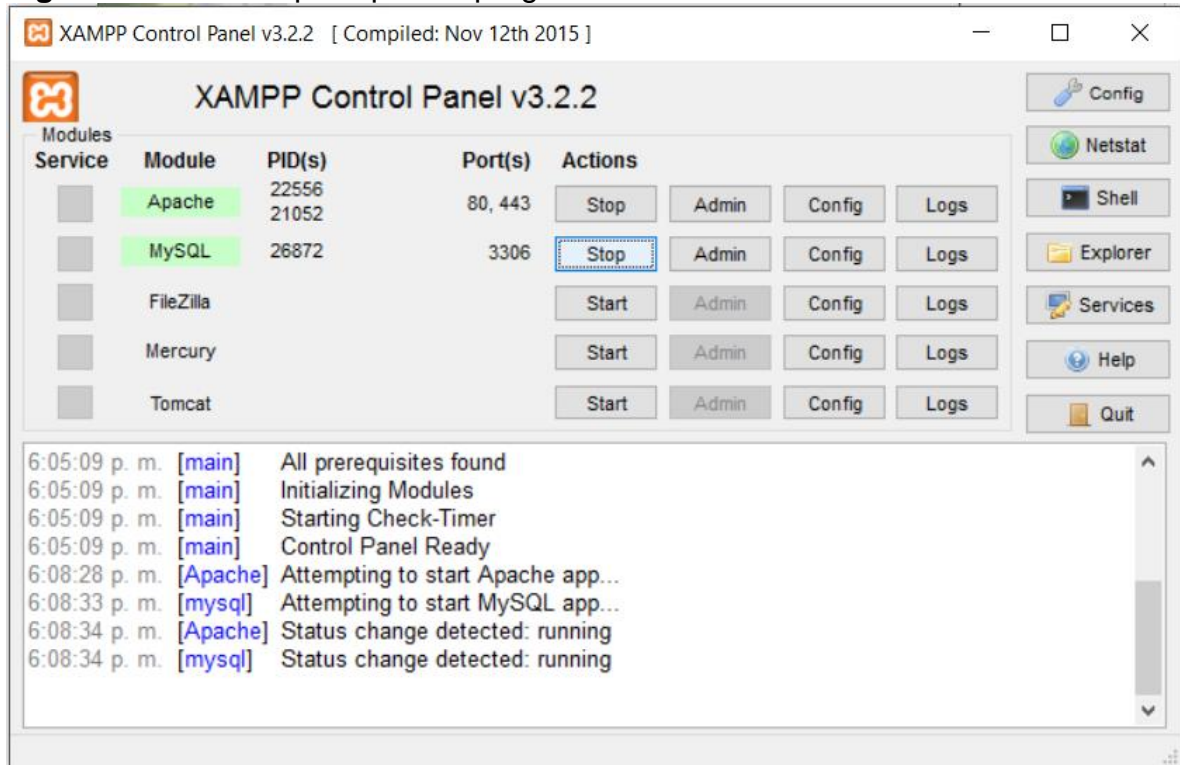
---

<sup>38</sup> ©2005-2008 DigitalPersona, Inc. Lector U.are.U® 4500 Lector de huellas digitales USB, [en línea],2017, Disponible en web: [http://seguridadseat.com/pdf/files-pdf/LectorHuella-UareU\\_4500.pdf](http://seguridadseat.com/pdf/files-pdf/LectorHuella-UareU_4500.pdf)

## 4.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN XAMPP

Para implementar el servidor local se utiliza el programa XAMPP, como se puede observar en la figura 47 se habilitan las opciones de Apache y MySQL, estos servicios se usan para crear el servidor local de bases de datos.

**Figura 47.** Ventana principal del programa XAMPP.



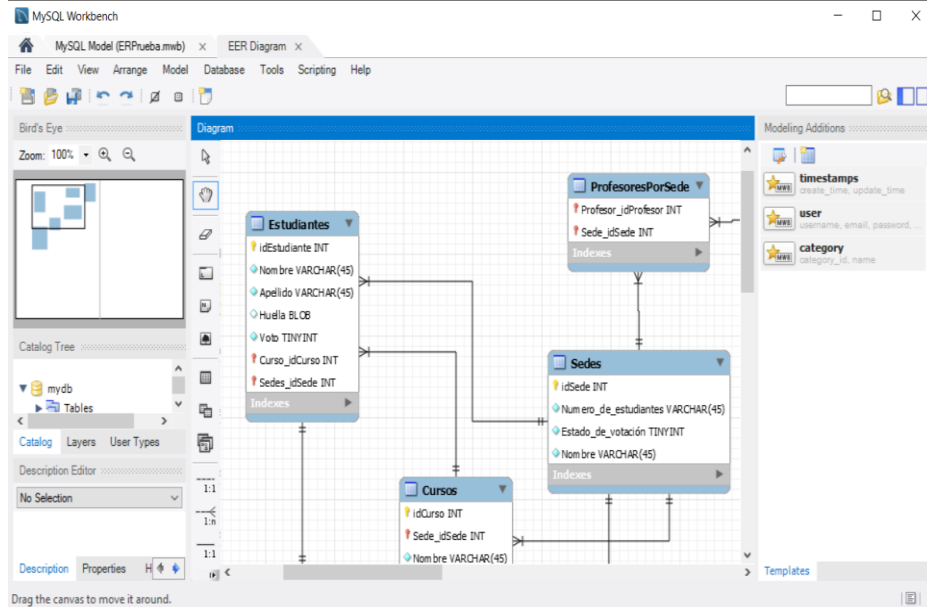
**Fuente:** Elaboración propia

## 4.3. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN MYSQL WORKBENCH

Para realizar la base de datos se utilizó el programa Workbench debido a la posibilidad que brinda para implementar gráficamente la base de datos y exportar fácilmente el código SQL para implementarlo en otras plataformas.

En la figura 48, se puede observar la interfaz del programa Workbench en la cual se elabora la base de datos.

**Figura 48.** Ventana de diseño de base de datos en el programa Workbench.

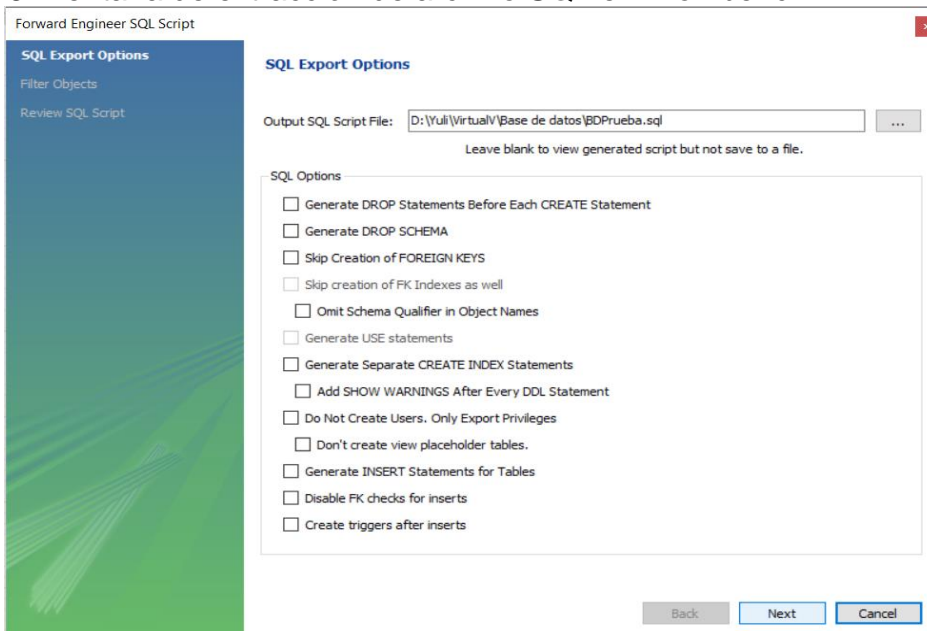


**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4. IMPORTAR BASE DE DATOS MYSQL A PHPMYADMIN

Para importar la base de datos creada en MySQL Workbench es necesario extraer el archivo SQL como se puede ver en la figura 49.

**Figura 49.** Ventana de extracción de archivo SQL en Workbench.



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 50.** Ventana en la cual se importa el archivo SQL en PhpMyAdmin.



**Figura 51.** Ventana de visualización de la base de datos importada.



## 65

**Figura 52.** Ventana de visualización de la base de datos importada.

The screenshot displays the Azure portal interface with three main panels. The left panel shows the navigation menu with options like 'Nuevo', 'Panel', 'Todos los recursos', 'Grupos de recursos', 'App Services', 'Instancias de Function...', 'SQL Database', 'Azure Cosmos DB', 'Máquinas virtuales', 'Equilibradores de carga', 'Cuentas de almacenam...', 'Redes virtuales', and 'Azure Active Directory'. The middle panel, titled 'SQL Database', contains fields for 'Nombre de la base de datos' (VirtualV), 'Suscripción' (Pago por uso), 'Grupo de recursos' (Crear nuevo, ProyectoPrueba), 'Selección de origen' (Base de datos en blanco), 'Servidor' (Configurar los valores obligatorios), '¿Quiere usar un grupo elástico de SQL?' (Ahora no), 'Plan de tarifa' (Configurar los valores obligatorios), and an 'Anclar al panel' checkbox. The right panel, titled 'Nuevo servidor', contains fields for 'Nombre del servidor' (virtualserver), 'Inicio de sesión del administrador del servidor' (YuliBonilla), 'Contraseña', 'Confirmar contraseña', 'Ubicación' (Centro-Sur de EE. UU.), and a checkbox for 'Permitir que los servicios de Azure accedan al servidor'. A 'Seleccionar' button is at the bottom right.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6. CREACIÓN DE LA COMUNICACIÓN WORKBENCH A AZURE

Una vez creada la base de datos y el servidor en Azure, es necesario agregar el diseño anteriormente implementado a la base de datos de Azure. En Workbench se pueden realizar conexiones a base de datos remotas, en la figura 53, se observa la conexión que se realizó de Workbench al servidor creado en Azure.

**Figura 53.** Ventana del testeo de la conexión.

The screenshot shows the 'Setup New Connection' dialog box in MySQL Workbench. The 'Connection Name' is 'virtualv' and the 'Connection Method' is 'Standard (TCP/IP)'. A modal window titled 'MySQL Workbench' displays a success message: 'Successfully made the MySQL connection'. It provides connection details: Host: myservvirtualv.mysql.database.azure.com, Port: 3306, User: YuliBonilla@myservvirtualv, and SSL: enabled with AES256-SHA. A 'Test Connection' button is highlighted in the background dialog.

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.7. INSTALACIÓN DEL DRIVER DEL CONVERSOR USB-TTL**

Para poder utilizar el módulo GSM es necesario conectarlo al puerto USB del computador, para esto se utiliza un conversor USB-TTL que utiliza un driver para ser reconocido por el computador y posteriormente realizar envío de datos<sup>39</sup>.

---

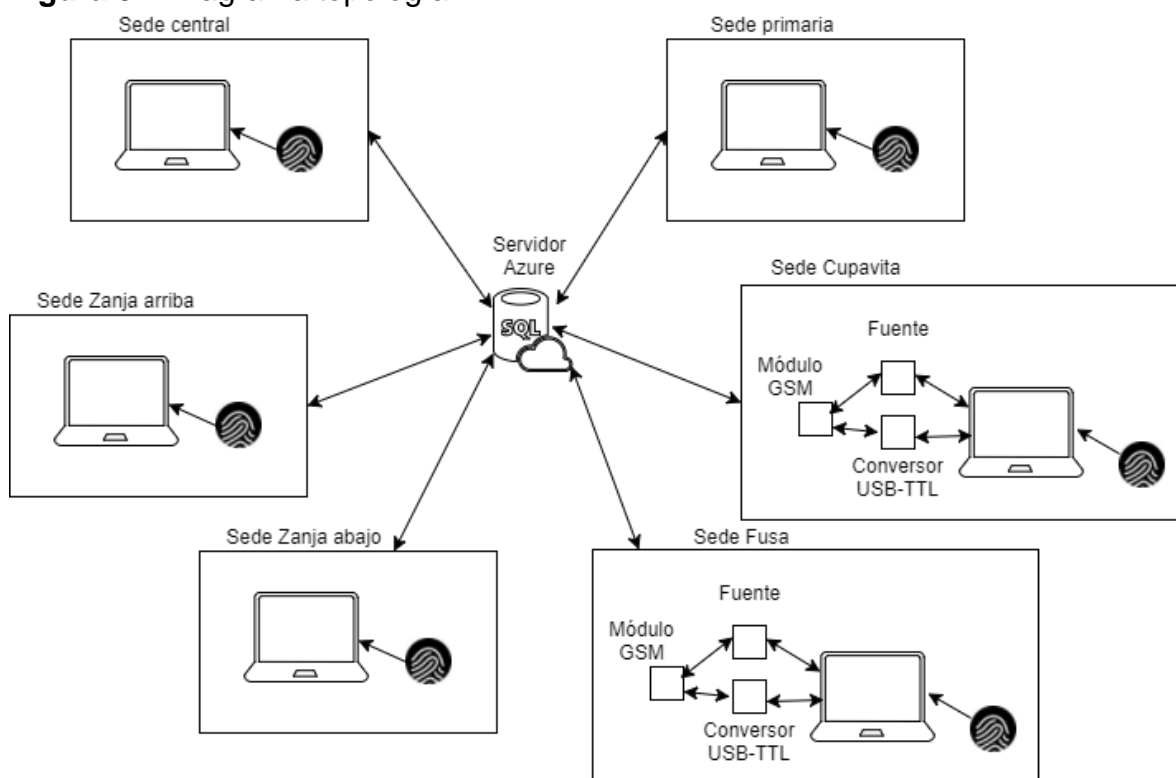
<sup>39</sup> Copyright © 2012 Prolific Technology Inc, PL2303 Windows Driver Download, [en línea],2017, Disponible en web: [http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p\\_id=225&pcid=41](http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p_id=225&pcid=41)

## 5. PROCEDIMIENTOS REALIZADOS

### 5.1. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE RED

Para permitir que todos los programas de las sedes accedan a la misma base de datos, se procedió a alojarla en un servidor de base de datos como Azure, de esta manera se puede acceder a la base de datos desde cualquier sitio que cuente con una conexión a internet. En la figura 54 se puede observar la topología que se implementará a partir de lo dicho en el anterior párrafo.

**Figura 54.** Diagrama topología.

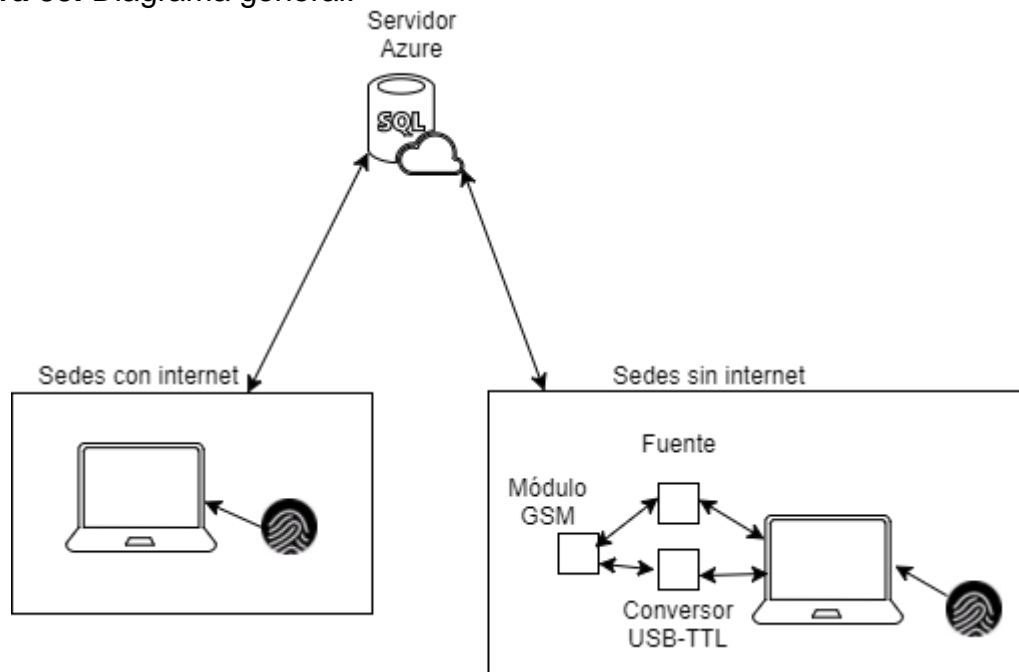


**Fuente:** Elaboración propia

Teniendo como requisito acceso a internet, se utilizó un módulo GSM para lograr una conexión por medio del protocolo TCP/IP que este brinda, a las sedes que no cuentan con este servicio, por otra parte, para utilizar este módulo es necesario realizar una etapa de alimentación y comunicación con el puerto USB para facilidad de manejo desde el programa realizado en Netbeans.

En la figura 55 se puede observar los componentes que requiere cada tipo de sede para la implementación del programa.

**Figura 55.** Diagrama general.

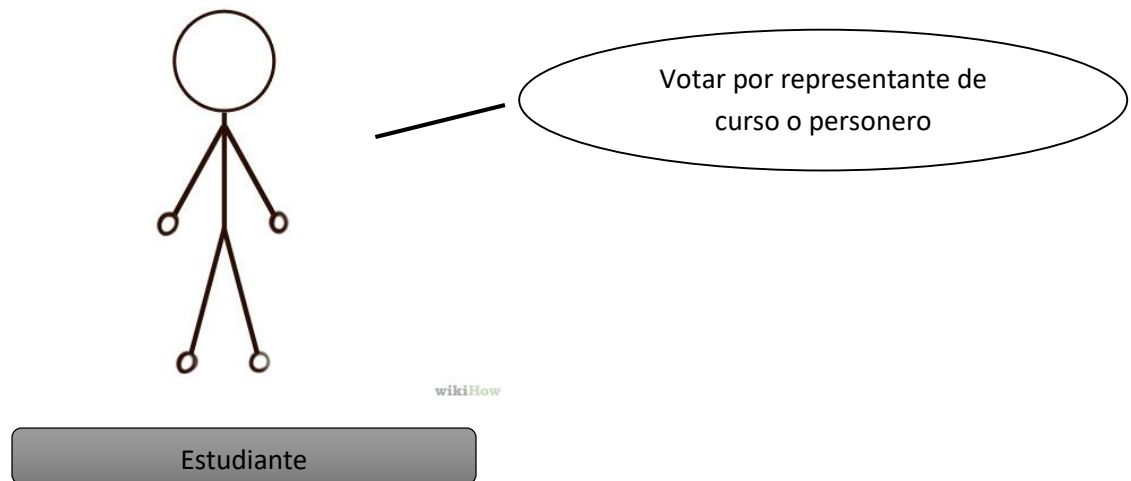
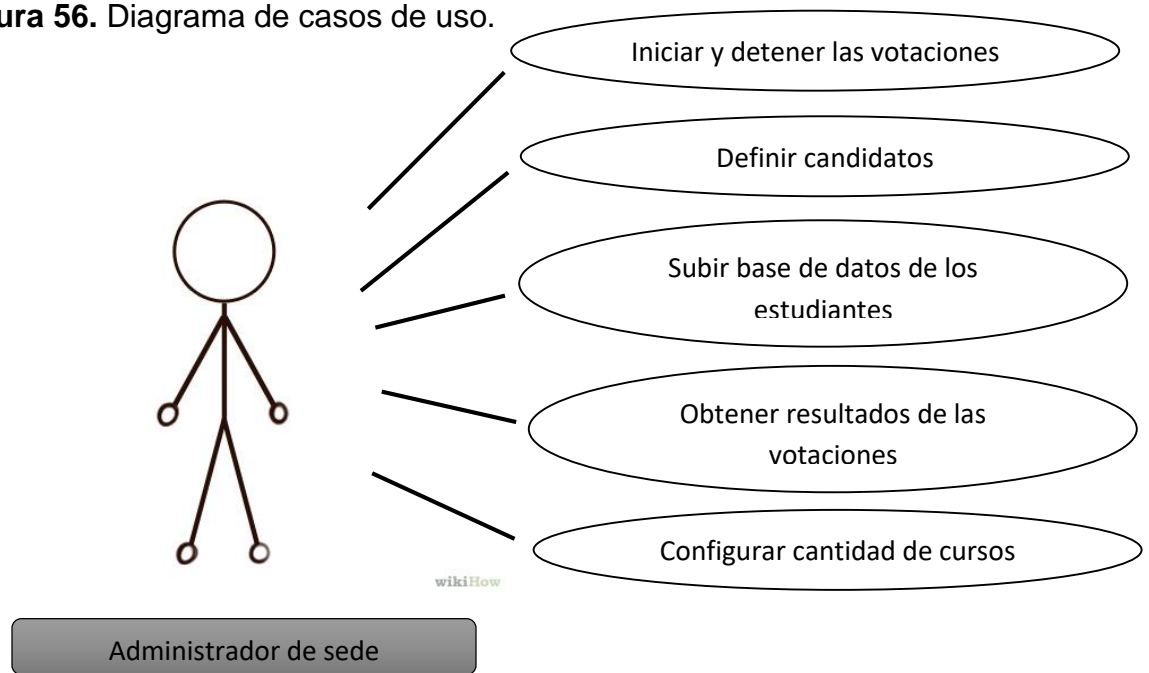


**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO

En el diagrama de casos de uso se identifican los usuarios que tiene el programa y las interacciones que pueden tener con el programa, en la figura 56 se puede observar el diagrama de casos de uso, donde existen dos usuarios, el administrador de la sede que se encarga de realizar toda la gestión de las votaciones y el estudiante que realiza la votación.

**Figura 56.** Diagrama de casos de uso.

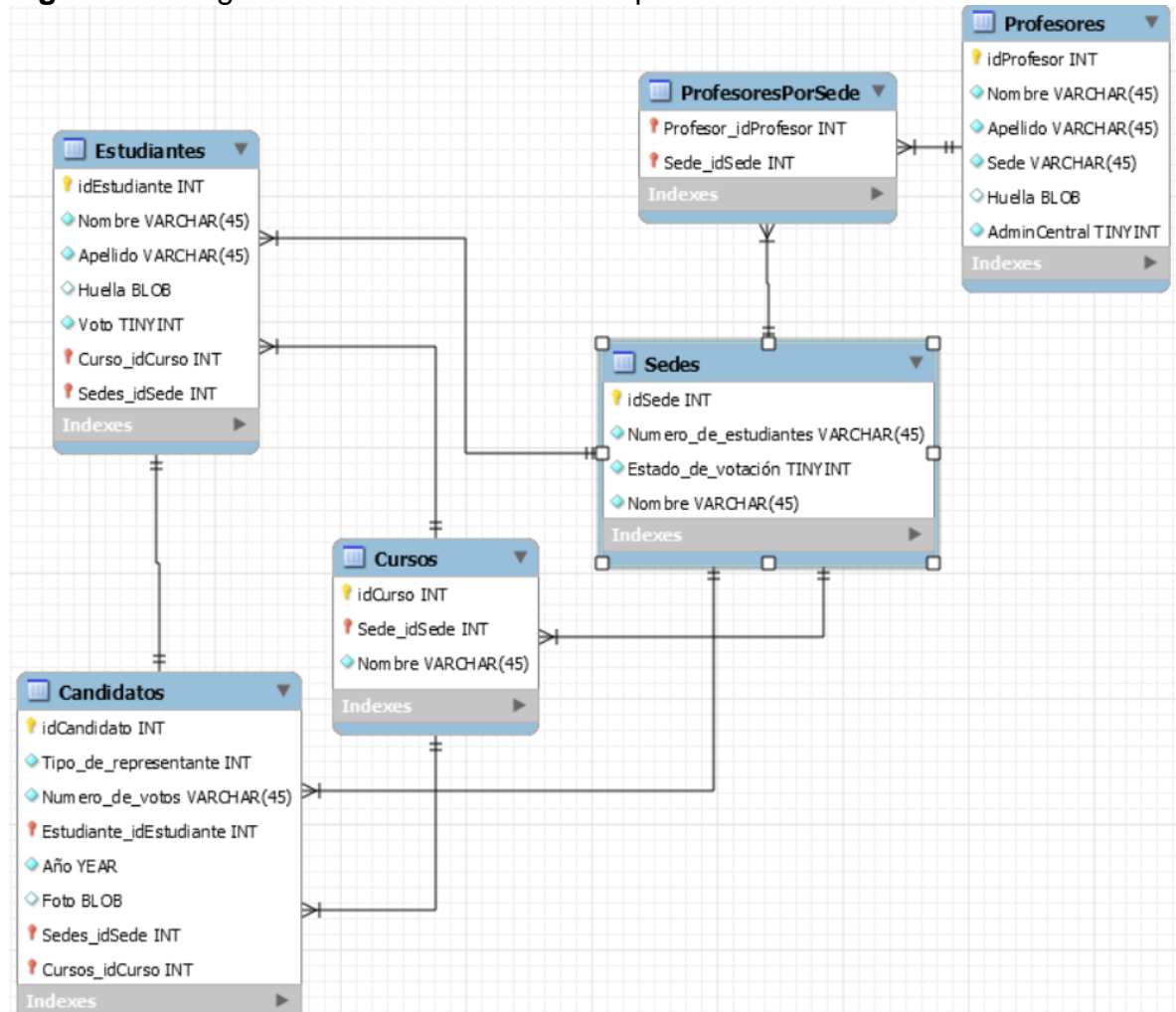


**Fuente: Elaboración propia**

### 5.3. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Para la creación de la base de datos se tuvo en cuenta el análisis de requisitos y el diagrama de casos de uso. En la figura 57 se observa el diseño de la base de datos que se utilizó en la implementación del programa de votación.

**Figura 57.** Diagrama de la base de datos implementada.

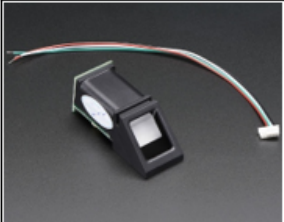





**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.4. IDENTIFICACIÓN DEL LECTOR DE HUELLAS A UTILIZAR

En la tabla 3 se puede visualizar la comparación entre diferentes lectores de huella, donde se tiene en cuenta la licencia que manejan, el número de huellas que soportan, el precio y su distribuidor, con base a esta tabla se optó por el lector de huellas U.are.U 4500 debido a su compatibilidad con el lenguaje de programación JAVA, ya que con este lenguaje se desarrolló el programa de votación, además de la facilidad de implementación ya que a diferencia de los otros, tiene conexión directa con el computador.

**Tabla 3.** Tabla comparativa de Lectores de Huella.

Foto	Proveedor	Bits	Tipo de licencia	# de huellas	Precio (Pesos Colombianos)
	Sigma electrónica		Contiene librerías de arduino, número de huellas se limita en donde se van a guardar, contiene una memoria flash que guarda.	162 por sensor	Sigma: \$270.725 Adafruit : \$150.000
	Sparkfun	32	Compatible con arduino	20 por sensor	Sparkfun: \$95,850 cable por aparte: \$4.500
	Tienda Bricogeek	32	Compatible con arduino	200 huellas por sensor	tienda.bricogeek : \$161.850
	Isdetek	8	Compatible con JAVA	Ilimitado, debe usar una base de datos	Isdetek : \$260.000

**Fuente:** Elaboración propia



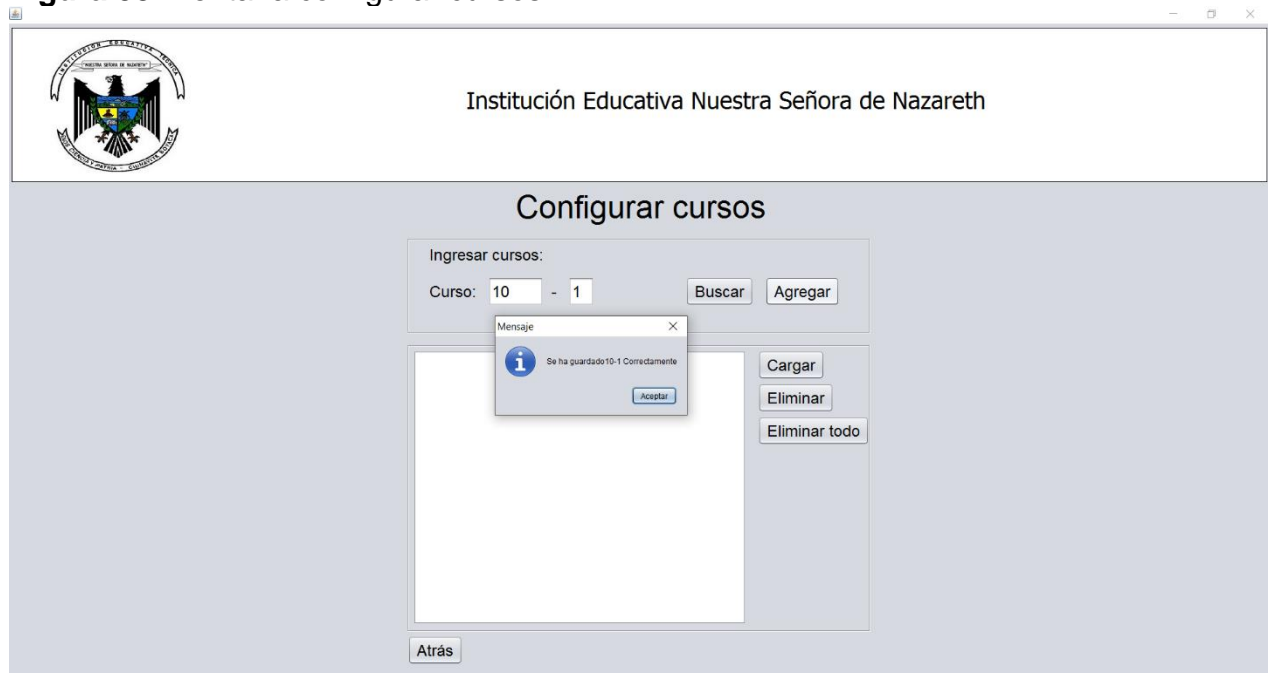
## 6. PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Una vez se ha terminado el programa, se realizaron pruebas donde se ve el funcionamiento, se reconocieron errores, aspectos a tener en cuenta, o verificar el correcto funcionamiento del programa. Primero se realizó una prueba de pilotaje con 4 personas para realizar una votación local y verificar el funcionamiento del programa, los resultados obtenidos son los siguientes:

### 6.1. CREACIÓN DEL CURSO EN LA CUAL SE VA A REALIZAR LA VOTACIÓN

Para empezar la configuración de la votación es necesario ingresar el curso la cual pertenecen los estudiantes, es necesario realizar este paso antes de ingresar los estudiantes que van a realizar la votación, si esto no es así el programa se encarga de dar un aviso (ver figura 58).

**Figura 58.** Ventana configurar cursos.

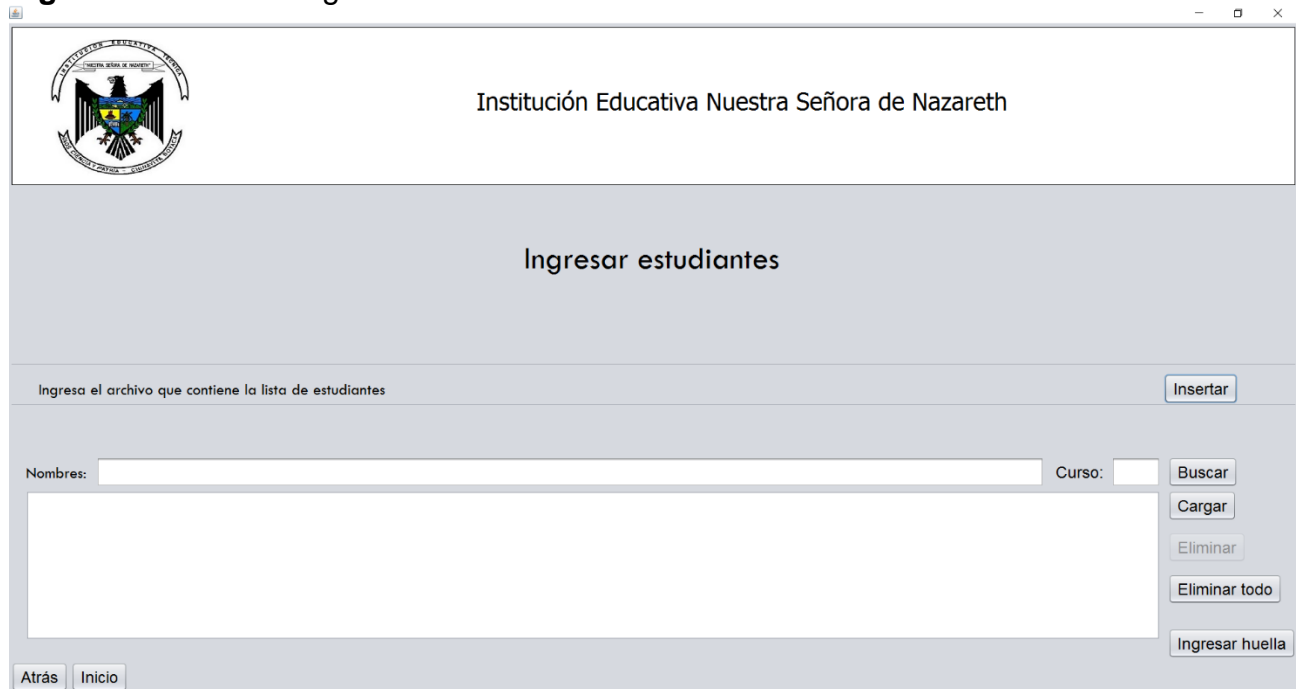


**Fuente:** Elaboración propia

## 6.2. INGRESO DE LA LISTA DE ESTUDIANTES PERTENECIENTE AL CURSO

En este paso se ingresa un archivo de Excel con la extensión .xls que contiene la lista de los estudiantes que realizarán la votación, una vez agregados se ingresar las huellas de cada uno de los estudiantes (ver figura 59).

**Figura 59.** Ventana ingresar estudiantes.



Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth

Ingresar estudiantes

Ingresar el archivo que contiene la lista de estudiantes

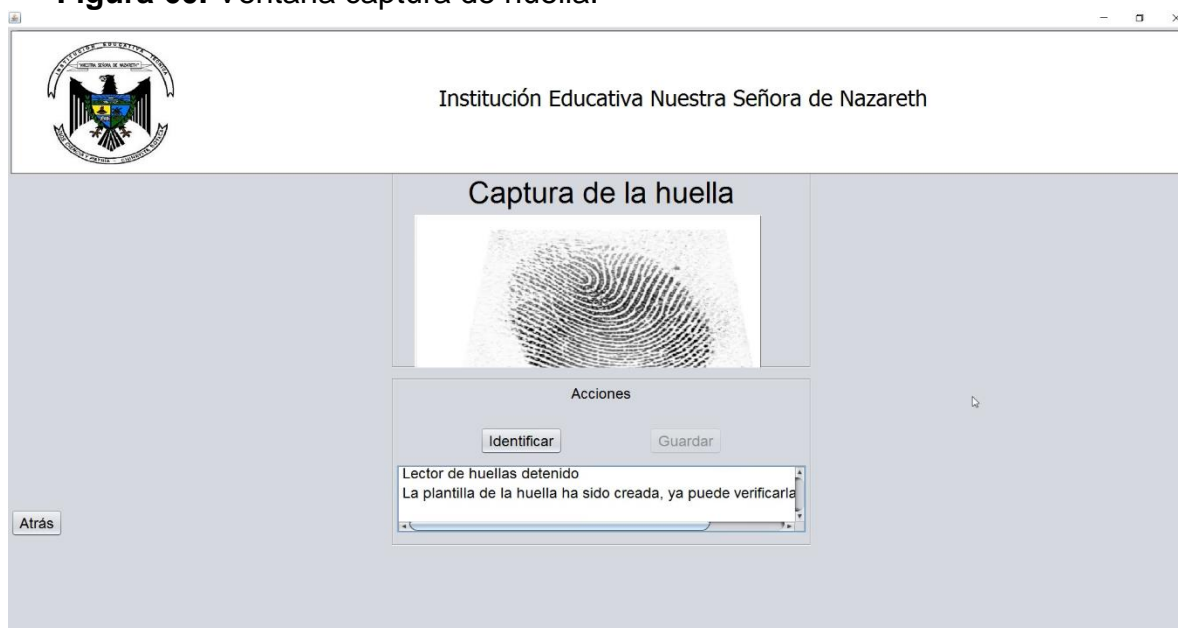
Nombres:  Curso:

**Fuente:** Elaboración propia

## 6.3. INGRESO DE LA HUELLA DE CADA UNO DE LOS ESTUDIANTES

Para realizar el ingreso de la huella es necesario seleccionar el estudiante de la lista y luego dar clic en ingresar huella, de esta manera se ingresa la huella 4 veces, cuando el programa indique que ha creado la huella correctamente, es necesario identificarla, así se evita ingresar la misma huella dos veces, si no pertenece a ningún otro estudiante la huella se puede guardar (ver figura 60).

**Figura 60.** Ventana captura de huella.

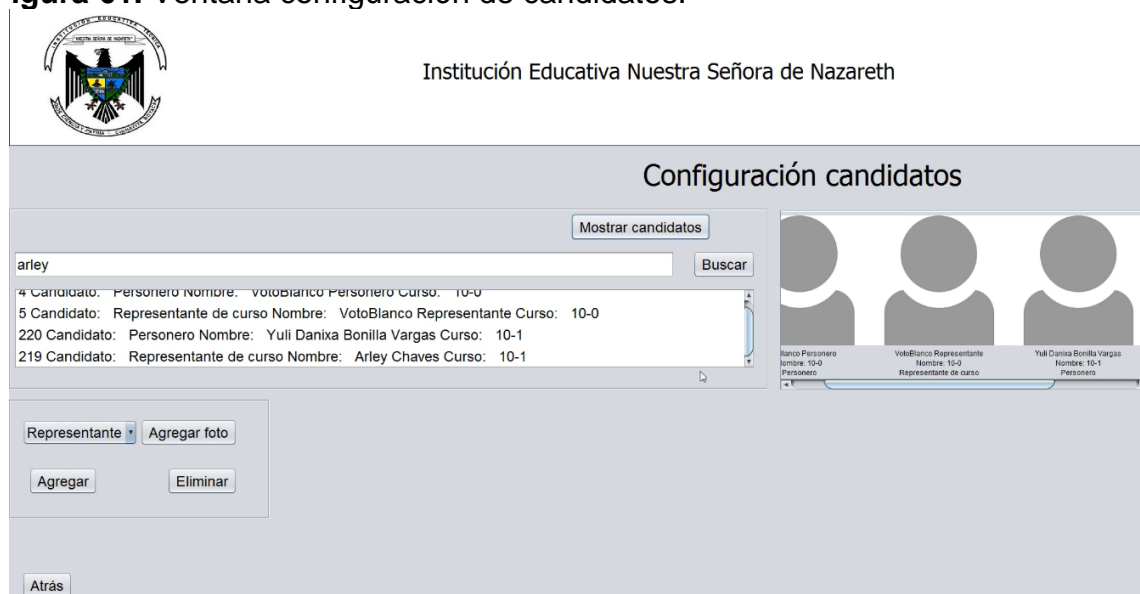


**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.4. INGRESO DE ESTUDIANTES QUE SERÁN CANDIDATOS

Luego de ingresar las huellas de cada uno de los votantes, se procede a realizar el ingreso de los candidatos con los cuales se realizará la votación (ver figura 61).

**Figura 61.** Ventana configuración de candidatos.

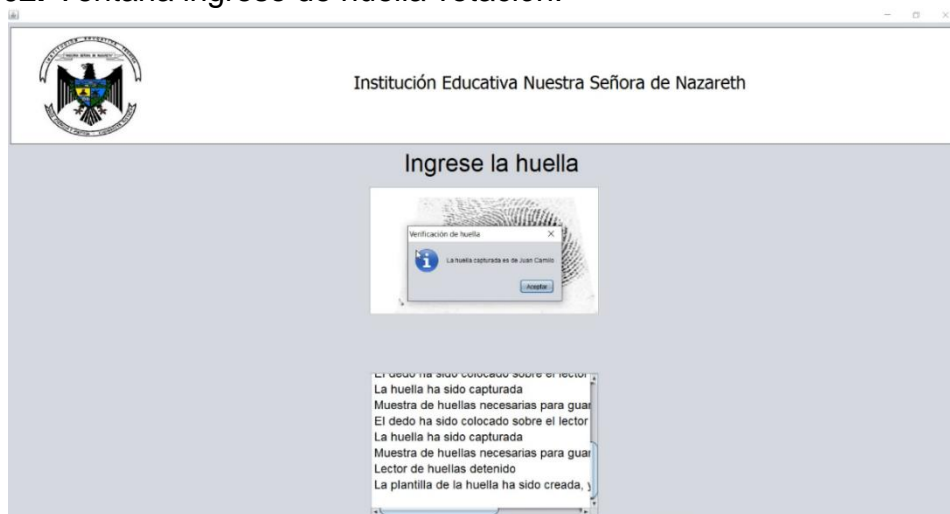


**Fuente:** Elaboración propia

## 6.5. RECONOCIMIENTO DE LA HUELLA PARA SABER CUÁL ES EL VOTANTE

Una vez se inicia la votación el programa dirige al usuario a la ventana de la figura 62, donde cada estudiante debe ingresar su huella para realizar la votación, una vez ingresada la huella lo dirige a la ventana de la figura 63, para realizar la votación por representante, y para finalizar este proceso lo dirige a la ventana de la figura 64, donde se realiza la votación por personero. Una vez terminado este proceso, en esta misma pantalla un administrador debe ingresar su huella y de esta forma el programa lo envía a la página de inicio

**Figura 62.** Ventana ingreso de huella votación.



**Fuente:** Elaboración propia

- **VOTACIÓN DE REPRESENTANTES DE CURSO**

**Figura 63.** Ventana tarjetón representantes de curso.



**Fuente:** Elaboración propia

- **VOTACION POR PERSONERO**

**Figura 64.** Ventana tarjetón personero.

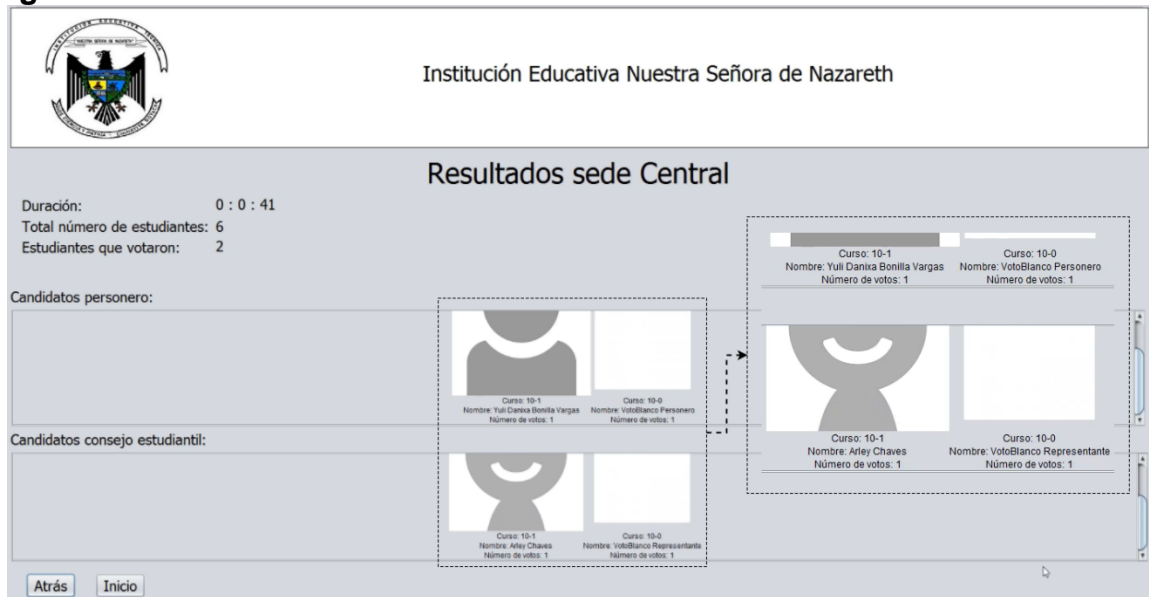


**Fuente:** Elaboración propia

## 6.6. RESULTADOS DE LA VOTACIÓN

Para detener las votaciones en la ventana “ingreso de huella votación” se debe ingresar la huella de un administrador, de esta forma el programa se dirige a la ventana “Inicio de votación” en la cual se puede detener la votación y posteriormente obtener los resultados (ver figura 65).

**Figura 65.** Ventana resultados de las votaciones.



**Fuente:** Elaboración propia

## 7. DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En este trabajo de grado fue necesario adquirir una suscripción para utilizar los servidores de Microsoft Azure ®. la suscripción, debe constar del pago del alquiler del servidor donde se aloja la base de datos y un pago por ancho de banda usado en las consultas que se realizaron en la base de datos.

En la tabla 4 se pueden observar los diferentes planes que ofrece Microsoft Azure® para el uso de los servidores de bases de datos.

**Tabla 4.** Planes del servicio de bases de datos en Azure

DTU	ALMACENAMIENTO INCLUIDO	ALMACENAMIENTO MÁXIMO	PRECIO DE DTU Y ALMACENAMIENTO INCLUIDO (Dólares)
5	2 GB	2 GB	\$0,0202/hora
10	250 GB	250 GB	\$0,0404/hora
20	250 GB	250 GB	\$0,1009/hora
50	250 GB	250 GB	\$0,2017/hora
100	250 GB	1 T	\$0,2017/hora
200	250 GB	1 T	\$0,4033/hora
400	250 GB	1 T	\$0,8065/hora
800	250 GB	1 T	\$1,613/hora
1600	250 GB	1T	\$3,0244/hora

Microsoft Azure ®. ofrece planes flexibles, en este caso se adquirió una suscripción de pago por uso, consta pagar por los servicios utilizados, teniendo en cuenta la tabla anterior, se escogió un plan que consta de 5GB de almacenamiento con un DTU de 5., DTU es la tasa de rendimiento de la base de datos entre más alto mejor es el rendimiento de la base de datos, este plan se escogió por su capacidad de almacenamiento, ya que no se requiere de mayor capacidad<sup>40</sup>(ver figura 66).

<sup>40</sup> Microsoft, 2017, Precios de SQL Database, Disponible en web < <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/sql-database//>>

**Figura 66.** Costo de suscripción en Azure.

eDTU POR GRUPO	ALMACENAMIENTO INCLUIDO POR GRUPO	ALMACENAMIENTO MÁXIMO POR GRUPO <sup>1</sup>	NÚMERO MÁXIMO DE BASES DE DATOS POR GRUPO	MÁXIMO DE eDTU POR BASE DE DATOS	PRECIO DE eDTU Y ALMACENAMIENTO INCLUIDO
50	5 GB	5 GB	100	5	\$0,1009/hora

**Fuente:** Microsoft, 2017, Precios de SQL Database, [en línea],2017, Disponible en web < <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/sql-database/>>

En la tabla 5 se puede observar el presupuesto total de la implementación del proyecto de acuerdo a los análisis anteriormente expuestos.

**Tabla 5** Costo final de la implementación

<b>Lector de huellas</b>	\$ 260.000
<b>Conversor USB-TTL</b>	\$ 7.000
<b>Fuente para protoboard</b>	\$ 7.000
<b>Módulo GSM SIM800L</b>	\$ 29.000
<b>Suscripción Azure + DTU</b>	\$ 22.521
<b>Valor Total</b>	\$ 325.521

## 8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El programa de votación virtual con reconocimiento biométrico implementado con la base de datos funcionó correctamente al realizar una votación, garantizando la obtención de los resultados esperados.

La implementación de la base de datos local previa a la implementación de la base de datos global para la prueba beta del programa, garantizó mayor rapidez y disminución de costos.

Al utilizar el servicio de datos móviles para lograr la conexión con la base de datos alojada en internet, se obtuvo la misma cobertura que con el servicio SMS, además simplificó la transmisión al no ser necesaria una etapa de adaptación entre los dos servicios.

En trabajos futuros se pueden recopilar las siguientes observaciones:

- Es necesario realizar capacitaciones a los docentes y estudiantes sobre el uso del programa desarrollado en este trabajo de grado.
- Es necesario realizar el programa de forma escalable, para evitar problemas futuros con el tamaño de la población que va a participar en la votación.
- Con la implementación del programa desarrollado se espera que los estudiantes se interesen en el trabajo de grado, para complementarlo o utilizar secciones del mismo para otros desarrollos que beneficien a la comunidad.
- Hacer todo el proceso con la base de datos local, y luego del proceso de votación enviar los datos a la base de datos global.
- En cuanto a comunicaciones, se puede completar el proceso de implementación del módulo GSM, el cual permite utilizar el software de comunicación entre todas las sedes.
- También es posible realizar un sistema de comunicación entre las sedes incluyendo un diseño de antenas, para evitar depender de la calidad de la señal brindada por los operadores.



## BIBLIOGRAFÍA

Acerca de HTML, ¿Que es HTML y para que sirve? , [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.acercadehtml.com/manual-html/que-es-html.html>>

ALEGSA, Leandro. Definición de Servidor de base de datos, 2010, [en línea],2017, Disponible en web <[http://www.alegsa.com.ar/Dic/servidor\\_de\\_base\\_de\\_datos.php](http://www.alegsa.com.ar/Dic/servidor_de_base_de_datos.php)>

ANGARITA Carlos, Desarrollo de red VPN y WIFI para facilitar el acceso a la información, Tesis Universidad Católica de Colombia, 2012.

Apache Friends, 2017, XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl, [en línea],2017, Disponible en web < <https://www.apachefriends.org/es/index.html>>

Banco de la República Actividad Cultural, El voto, 2015, [en línea],2017, Disponible en web < [http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/politica/el\\_voto](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/politica/el_voto)>

Colombia, Patria Boba (1810-1815) , [en línea],2017, Disponible en web <http://www.colombia.com/colombia-info/historia-de-colombia/independencia-y-republica/1810-1815/>

CONTRERAS, Ever. Desarrollo web para un proceso de abastecimiento de equipos, Tesis Universidad Católica de Colombia, 2011.

Definición ABC. Bases de datos, 2007, [en línea],2017, Disponible en web <http://www.definicionabc.com/tecnologia/base-de-datos.php>

DigitalPersona, Inc. Lector de huellas digitales USB, Ficha de especificaciones, 2008.

FIGUEROA, Mario. Introducción a los sistemas de telefonía celular, 2008, Editorial Hispano Americana HASA, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=10337342>>

GONZÁLEZ, Enrique. ¿Qué es PHP? y ¿Para qué sirve? Un potente lenguaje de programación para crear páginas web, 2009, [en línea],2017, Disponible en web <[http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=492:ique-es-php-y-ipara-que-sirve-un-potente-lenguaje-de-programacion-para-crear-paginas-web-cu00803b&catid=70:tutorial-basico-programador-web-php-desde-cero&Itemid=193](http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=492:ique-es-php-y-ipara-que-sirve-un-potente-lenguaje-de-programacion-para-crear-paginas-web-cu00803b&catid=70:tutorial-basico-programador-web-php-desde-cero&Itemid=193)>

GOIJON, André. ¿Qué es y cómo funciona una VPN para la privacidad de la Información?, [en línea],2017, Disponible en web

<<http://www.welivesecurity.com/la-es/2012/09/10/vpn-funcionamiento-privacidad-informacion/>>

HOMINI. Plataforma Biométrica Homini, 2004, [en línea],2017, Disponible en web <[http://www.homini.com/new\\_page\\_5.htm](http://www.homini.com/new_page_5.htm)>

MACTRONICA, Conversor Usb A Ttl Pl2303hx Serial, [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.mactronica.com.co/conversor-usb-ttl-pl2303hx-serial-43672062xJM>>

MACTRONICA, FUENTE PROTOBOARD POWER MB V2 AMS1117, [en línea],2017, Disponible en web < <http://www.mactronica.com.co/fuente-protoboard-power-mb-v2-ams1117-43672059xJM> >

MARQUÉS, Mercedes. 2009, Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, p 1-175, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/reader.action?docID=11200923>>

Microsoft, Microsoft Azure, [en línea],2017, Disponible en web < <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-azure/>>

Microsoft, Precios de SQL Database, [en línea],2017, Disponible en web < <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/sql-database/>>

MORENO, PEDRAZA, Yeimy, Jorge y GUTIERRES, Johanna. Sistema de seguridad con tarjetas inteligentes y biometría. Tesis Universidad Católica de Colombia, 2004.

OPPEL, Andy. Fundamentos de Bases de Datos, 2010, Editorial MX: McGraw-Hill Interamericana, p. 3-168, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucatolicasp/detail.action?docID=10433914>>

Oracle Corporation and/or its affiliates, 2016, NetBeans, [en línea],2017, Disponible en web < <https://netbeans.org/>>

Ordenadores y Portátiles. ¿Qué es SMS?, 2014, [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.ordenadores-y-portatiles.com/sms.html>>

PÉREZ, Raymundo. Configuración de una red VPN para la microempresa soluciones integrales en, Tesis Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2015.

PhpMyAdmin contributors, 2003, phpMyAdmin, [en línea],2017, Disponible en web <<https://www.phpmyadmin.net/>>

PRIETO, Yudy. Implementación de la red privada virtual (VPN) a las sucursales y usuarios externos de la empresa Hardsoft s.a, Tesis Universidad Libre de Colombia, 2011.

RAMOZ, ZEPEDA, Julio, Víctor. Diseño de Sistema de Control de Asistencia Biométrico Dactilar Utilizando Tecnología.NET, Tesis Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2012.

Registraduría Nacional Del Estado Civil, Así se organizan unas elecciones [en línea],2017, Disponible en web <<http://www.registraduria.gov.co/Asi-se-organizan-unas-elecciones.html>>

ROUSE, Margaret. SQL o lenguaje de consultas estructuradas, 2015, , [en línea],2017, Disponible en web <<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>>

ROUSE, Margare, SQL o lenguaje de consultas estructuradas, 2015, [en línea],2017 Disponible en web <<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-o-lenguaje-de-consultas-estructuradas>>

Universidad de Sevilla, Sistema embebido para la conexión de un PLC Simens S7-200 a la red GSM, Tesis, P 71,2017, [en línea], Disponible en web <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/direccion/PFC%252F>>

USERS, redes cisco: instalación y administración de hardware y software, 2010, p. 31-51, [en línea],2017, Disponible en web <<https://goo.gl/YLPhCJ>>

VALDERREY SANZ, Pablo. 2014, RA-MA Editorial, Gestión de bases de datos, P 85-104, [en línea],2017, Disponible en web <<http://site.ebrary.com/lib/biblioucaticasp/reader.action?docID=11046077>>

ZOLEZZI, Juan Manuel. ¿Qué son los servidores web y por qué son necesarios?, 2010, [en línea],2017, Disponible en web <<https://www.duplika.com/blog/que-son-los-servidores-web-y-por-que-son-necesarios>>

## ANEXOS

### Anexo A Carta presentada por la institución.



INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA NUESTRA SEÑORA DE NAZARETH DE CHINAVITA BOYACÁ  
INSTITUCIÓN OFICIAL APROBADA MEDIANTE RESOLUCIÓN No. 1562 DEL 10 DE JUNIO  
DE 2006, EMANADA DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BOYACÁ  
REGISTRO EDUCATIVO: 161142 NIT 300033773-9 CODIGO DANE: 315172000020 CODIGO ICPEB: 004962

Chinavita, abril 17 de 2017

Ingeniero  
JAIME DIAZ ORTIZ  
Decano Facultad de Ingeniería  
Universidad Católica de Colombia  
Bogotá D.C.

Cordial saludo.

Le solicito respetuosamente, se sirva considerar la posibilidad de autorizar a un estudiante del programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones para que en el desarrollo de su proyecto de grado, nos colabore si es posible en el diseño e implementación de un sistema de votación que posibilite la realización de los procesos electorales del gobierno escolar y diferentes consejos que se realizan en la Institución Educativa cada año.

Con este proceso, consideramos que nuestra Institución se vería beneficiada por contar con sistemas con tecnología de punta que permitirán demostrar que si es posible implementar sistemas de votación desde el computador y mediante el uso de procesos electrónicos y de sistemas que garanticen transparencia, eficiencia, calidad y seguridad de los resultados electorales.

La universidad, además de proponer estrategias y procesos que a nivel macro podrían ser utilizados a nivel nacional, estará demostrando su capacidad de proponer estrategias electorales con tecnología avanzada, aportando a la solución de los problemas que se presentan en estos procesos. Además estará apoyando la realización de prácticas de impacto social de sus estudiantes.

Agradeciendo su gentil atención y a espera de su respuesta o comentarios, me suscribo de Usted.

Cordialmente,

  
HILDEBRANDO BONILLA BONILLA  
Rector  
Institución Educativa Técnica Nuestra Señora de Nazareth - Chinavita Boyacá

Inel Edu. Tec. NSN, calle 2 No. 2 - 38 Tel / 524094  
E-mail: [ccnsn3@protona.com](mailto:ccnsn3@protona.com)

## **GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS**

Las siguientes fotografías pertenecen a la prueba de campo realizada en la Institución Educativa Nuestra Señora de Nazareth.

### **Explicación de la prueba de campo**



**Fuente: Elaboración propia**

### **Ingreso de la huella de los estudiantes**



**Fuente: Elaboración propia**



### Explicación de pasos a seguir



Fuente: Elaboración propia

### Realizando votación



Fuente: Elaboración propia

### **Curso de prueba**



**Fuente: Elaboración propia**